

Die Duftwahl
von
Wander- und Hausratten

Inauguraldissertation
der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Friedrich - Alexander - Universität Erlangen - Nürnberg
zur Erlangung des Doktorgrades

vorgelegt von
WOLFGANG STEINBRECHER
aus Gispersleben

1961

Berlin
Verlag Duncker & Humblot,
1962

Als Dissertation genehmigt
von der
Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität
Erlangen-Nürnberg

Tag der mündlichen Prüfung: 17. 5. 1961
Dekan: Universitätsprofessor Dr. G. Hesse
Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. W. Neuhaus
Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. H.-J. Stammer



Sonderdruck aus:
Zeitschrift für angewandte Zoologie
49. Jahrgang, 3. Heft 1962

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ZOOLOGIE

In Verbindung mit

Günther Becker, Berlin; Kurt Becker, Berlin; Hellmuth Gäbler,
Eberswalde; Karl Gösswald, Würzburg; Bruno Götz, Freiburg
i. Breisgau; Bruno Harms, Berlin; Albrecht Hase, Berlin; Erich
Kirchberg, Koblenz; Friedrich Lenz, Plön; Karl Mayer, Berlin;
Fritz Peus, Berlin; Werner Reichmuth, Berlin; Wolfgang
Tischler, Kiel; Herbert Weidner, Hamburg; Fritz Weyer, Ham-
burg; Fritz Zumpt, Johannesburg,

herausgegeben von

HEINRICH KEMPER
Berlin-Dahlem

49. Jahrgang

Drittes Heft 1962



DUNCKER & HUMBLLOT / BERLIN

Inhaltsverzeichnis

Originalarbeiten	Seite
W. Steinbrecher: Die Duftwahl von Wander- und Hausratten	301
H. Kemper: Über die Stiche der sozialen Faltenwespen und ihre Wirkung auf den Menschen	351
A. W. Steffan: Über Nistplatz und Nestbau von <i>Dolichovespula norwegia</i> (F.). (Hymenoptera: Vespidae)	383
F. Zumpt: The Oestroid Flies of Wild and Domestic Animals in the Ethiopian Region, with a Discussion of their Medical and Veterinary Importance (Diptera: Oestrinae & Gastrophilidae)	393
Bücherschau	421
Zeitschriftenschau	426

Die tierischen Schädlinge im Sprachgebrauch

Von

Prof. Dr. Heinrich Kemper

Unter Mitarbeit von Dr. Waltraud Kemper

401 Seiten. Mit 66 Abbildungen. 1959. DM 48,—

Die Verfasser untersuchen, wann und wie die Vulgärnamen wichtiger Schädlinge in den allgemeinen Sprachgebrauch übergegangen sind und in welchem Ausmaße sie zur Bildung von Sprichwörtern, Rätseln und Reimen benutzt wurden. Die wissenschaftliche Schädlingskunde kann nur zum vollen Erfolg führen, wenn ihre Erkenntnisse zum allgemeinen Wissensgut gehören. Die Arbeit zeigt, inwieweit der Laie sich mit den Schädlingen beschäftigt, was er richtig oder falsch gedeutet hat und an welchen Stellen weitere Aufklärungen und Korrekturen erfolgen müssen. Ferner zeigt diese Untersuchung, seit wann einzelne Schädlingsarten von stark beachteter Bedeutung sind und ob im Laufe der Jahrhunderte einzelne Schadtierarten an Wichtigkeit zu- oder abgenommen haben.

D U N C K E R & H U M B L O T / B E R L I N

Die Duftwahl von Wander- und Hausratten

Von Wolfgang Steinbrecher

(Mit 6 Abbildungen)

Einleitung

Die vorwiegend nächtliche Lebensweise der Ratten und ihr gut entwickeltes Riechorgan lassen vermuten, daß in ihrem Verhalten Geruchsreize eine wichtige Rolle spielen. Die Verhaltensforschung hat sich zwar schon vielfach mit der Klärung von Fragen befaßt, die mit Reaktionen auf andersartige, insbesondere optische (Hermann, 1958) Reize zusammenhängen; Untersuchungen über das Verhalten gegenüber geruchlichen Reizen wurden jedoch vernachlässigt.

Als in der Zeit nach dem letzten Kriege die Rattenplage sehr stark zunahm, versuchte man, von der Riehfähigkeit der Ratten in der Praxis Gebrauch zu machen; Neuhäus (1948) wies darauf hin, daß es möglich sein könnte, Ratten durch Anlockung mit Riechstoffen zur leichteren Aufnahme von Ködern zu veranlassen oder in Fallen zu locken. Er ging dabei von der Annahme aus, daß es Duftstoffe geben könnte, die für die Ratten so interessant sind, daß sie die Tiere anregen, sich näher mit der Duftquelle zu befassen. Diese Stoffe müßten aber so „attraktiv“ sein, daß die Reaktion der Ratten nicht nur unter gewissen Umständen, sondern in jeder nur möglichen Situation erfolgte.

Ähnliche Überlegungen hatten bei der Bekämpfung von Insekten zur Entwicklung der sogenannten „Attractants und Repellents“ geführt (Dethier, 1947 et al.). Obwohl die gestellten Fragen bei Ratten und Insekten grundsätzlich die gleichen sind, ist es im Falle der Ratten wesentlich schwieriger, eine Antwort zu finden. Bei den Schad-Insekten handelt es sich meist um relativ stenophage Tiere, die in großer Zahl leicht zu beschaffen und zu halten sind. Die für sie biologisch wichtigen Gerüche sind leichter abzugrenzen, da sie sich zumindest bei den Blutsaugern auf hautähnliche Duftqualitäten von Mensch und Tier beschränken. Zudem sind die Verhaltensweisen dieser Tiere verhältnismäßig einfach.

Die Ratten hingegen gelten als euryphag. Dies ist neben der außerordentlichen Plastizität ihres Verhaltens der Hauptgrund, weswegen

es z. B. selten gelingt, Ratten verschiedener Biotope mit einem Köder der gleichen Duftqualität anzulocken, obwohl man auf diesem Gebiet sehr viele Erfahrungen gesammelt hat. Abgesehen vom Gesichtspunkt der Bekämpfung ist die Untersuchung des Geruchsverhaltens von Ratten bedeutungsvoll für die Biologie, da ihr Verhalten als Makrosmaten in hohem Maße durch Geruchsreize bestimmt wird. Hierbei mußten ganz andere Untersuchungsmethoden angewendet werden, als bei der Bestimmung von Riechschwellen, wie sie Neuhaus (1953) für den Hund, Schwarz (1955) und Dostal (1958) für die Bienen, Gruch (1957) für die Wanderratten und Riegel (1958) für die Molche durchführten. Bei diesen Versuchen mußten z. B. die Tiere auf die entsprechenden Gerüche dressiert werden. Dies hatte eine starke Einengung ihres natürlichen Verhaltens zur Folge. Für Untersuchungen obengenannter Art ist es aber auf keinen Fall zulässig, das natürliche Verhalten der Ratten in irgendeiner Weise experimentell zu verändern. Aus diesem Grunde schien die im Kapitel „Versuchsanordnung“ beschriebene, von Neuhaus (1948) angewandte Methode, mit der das allgemeine Verhalten und das Verhalten gegenüber bestimmten Düften im Zusammenhang kontrolliert werden konnte, besonders günstig.

Ob Untersuchungen dieser Art die Rattenbekämpfung erleichtern, sei dahingestellt. Die Arbeiten verschiedener Autoren, die zum Teil auf den Ergebnissen von Neuhaus fußen (F. Müller 1953 und G. Gaffrey 1953), haben im allgemeinen mit Ausnahme der von Reiff (1956) zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt.

Das Ziel der Untersuchung war demnach, die Reaktionen der Ratten gegenüber möglichst vielen verschiedenartigen Gerüchen kennenzulernen, um einen Einblick in die Riechwelt eines makrosomatischen Säugetieres zu gewinnen.

Der Geruchssinn der Ratte

Die Ratten als Nachttiere müssen über ein entsprechendes Sinnesorgan verfügen, das ihnen ihre Lebensweise in der Dunkelheit und ihren lichtlosen Bauen ermöglicht. Ihr Gesichtssinn scheint nicht besonders leistungsfähig zu sein (Larina 1953). Das optische Auffinden der Wechsel bei Nacht an Hand ihrer um UV-Licht fluoreszierenden Markierungspolster (Reiff 1956) ist unwahrscheinlich. Das Gehör der Ratten spielt bei der Orientierung sicher eine Rolle. Jedoch nur in bestimmten Fällen, wenn z. B. akustische Reize, etwa eines Feindes, hörbar sind, kann die Ratte sich nach ihnen richten. Nach Eibl-Eibesfeld (1958) sollen die Nager im allgemeinen gut hören. Eine Ultraschall-Echolot-Orientierung nach Art der Fleder-

mäuse dürfte kaum vorkommen. Die diesbezügliche Feststellung von Anderson (1954) scheint auf eine Zufallsbeobachtung zurückzugehen, die zumindest für Wildratten bedeutungslos ist. Die Mithilfe der Vibrissen beim Vermeiden von Hindernissen in der Dunkelheit kann nur auf kurze Entfernung wirksam sein. So bleibt vornehmlich der Geruch als adäquates Organ zur Orientierung im Raum.

In der Tat zählen die Ratten wie die meisten Nager zu den Makrosomaten (Neuhäus, 1948 bis 1957). Als solche sollen sie z. B. in der Lage sein, aus Duftgemischen charakteristische Komponenten herauszuriechen (Reiff 1956). Dies ist zwar für den Hund bewiesen (Neuhäus 1956), für die Ratten hingegen ist dieser Nachweis noch nicht erbracht.

Daß von allen Sinnen der Ratten der Geruchssinn am besten entwickelt ist, wird jedoch, von einigen Ausnahmen abgesehen (Erosova 1952, Hebb 1938, Schander und Götze 1930/1931), allgemein anerkannt.

Das Geruchsorgan liegt wie bei allen Vertebraten in der Nase. Die Riechschleimhaut überzieht die Lamellen der Ethmoturbinalia und wird so vom Strom der eingeatmeten Luft erreicht. Die Größe des Riechfeldes beträgt nach Neuhäus (1957) etwa 400 mm². Die Anzahl der Riechzellen, die sich in ihrer Größe von denen anderer Säugetiere nur mäßig unterscheiden, wurde ebenfalls von Neuhäus (1957) mit etwa 6,7 Millionen angegeben. Beide Zahlen sind Schätzwerte. Eine Auszählung der Riechzellen wurde lediglich am Hund durchgeführt (A. Müller 1955).

Genaue Aussagen über die Leistungen des Riechorgans lassen sich durch Angabe der Riechschärfe (Kehrwerte der Riechschwelle) für verschiedene Riechstoffe machen. Gruch (1957) bestimmte die Riechschwellen für einige Stoffe und bestätigte im allgemeinen die gute Riechleistung der Ratte. So liegt die Schwelle für Ratten bei Angebot von

Essigsäure		bei $1,7 \cdot 10^{13}$	Moleküle Duftstoff / cm ³ Luft
Propionsäure		bei $6,4 \cdot 10^{13}$	Moleküle Duftstoff / cm ³ Luft
Valeriansäure		bei $2,5 \cdot 10^{12}$	Moleküle Duftstoff / cm ³ Luft

Die ermittelten Werte für die Riechschwellen sind aber für ein und dasselbe Individuum nicht konstant. Sie können beträchtliche Schwankungen aufweisen, die durch Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Jahres- und Tageszeit sowie Geschlechtszyklus (E. Allara 1954) und „persönliche Disposition bedingt sind.

Außer zur Orientierung spielt der Geruchssinn der Ratte auch sonst eine außerordentlich wichtige Rolle. Hierauf wird später noch eingegangen.

Versuchsanordnung

Wie einleitend festgestellt wurde, war es für die Untersuchungen notwendig, die Ratten unter möglichst natürlichen Verhältnissen zu halten. In Anlehnung an Neuhaus (1948, 1950) wurde deshalb folgende Anordnung verwendet:

Die Tiere wurden in einem Glashauss gehalten, das eine Grundfläche von 35 m² und eine Höhe von 3,5 m hatte. Temperatur und Beleuchtung entsprachen weitgehend den natürlichen Verhältnissen, die Größe des Areals konnte als ausreichend betrachtet werden.

Das Haus war mit einer Belüftungsanlage versehen, sodaß jederzeit ausreichende Be- und Entlüftung gewährleistet war. Das Gebäude war aufgeteilt in einen großen Raum, der etwa $\frac{4}{5}$ der Grundfläche einnahm und in einen kleineren Arbeitsraum mit gesondertem Eingang. Beide Räume waren nur durch eine Glaswand getrennt. Im großen Teil des Glashauses wurde durch Eintragen von Sand, Erde, Laub, Steinen, Holzteilen und allerlei Gerümpel ein den natürlichen Verhältnissen entsprechender Rattenplatz, allerdings ohne dessen Gerüche, geschaffen (Abb. 1). Ein altes Aquarium von



Abb. 1. Rattenbiotop im Versuchsraum

1,2 m · 0,8 m Seitenlänge, das ebenfalls mit Erde und Steinen gefüllt war, befand sich im Südteil des Gebäudes. In der Mitte des Raumes fand eine ausgediente hölzerne Dunkelkammer Platz. Sie war noch mit all ihren Becken, Regalen und Schubfächern versehen und bot ausgezeichnete Schlupfwinkel für die Tiere.

Der große Raum des Glashauses war in Abständen von 1,20 m in seiner ganzen Breite durch 60 cm hohe Barrikaden unterteilt. Diese Trennwände wurden von den Wanderratten erfahrungsgemäß nicht überstiegen. An ihrem unteren Ende waren seitlich und in der Mitte kleine Durchlässe von 6 · 8 cm ausgeschnitten, durch welche die Ratten schlüpfen konnten. So war es ihnen möglich, sich ungehindert im ganzen Raum frei zu bewegen (Abb. 2). Jeder dieser Durchlässe war mit einer elektrischen Trittschwelle versehen. Sobald das Tier den Durchlaß passierte, wurde durch Betreten der Schwelle ein Stromkreis geschlossen. Der Strom bewegte über einen Elektromagneten einen Hebel, der auf ein Kymographion schrieb. Jede Schwelle hatte ihren eigenen Schreiber und war so eingestellt, daß sie bereits auf eine Belastung von 20 g ansprach. Insgesamt waren 16 solcher Schwellen im Raum verteilt. Am Futterplatz der Tiere hatten weitere vier Schwellen die Form von Futternapfen. Einer der

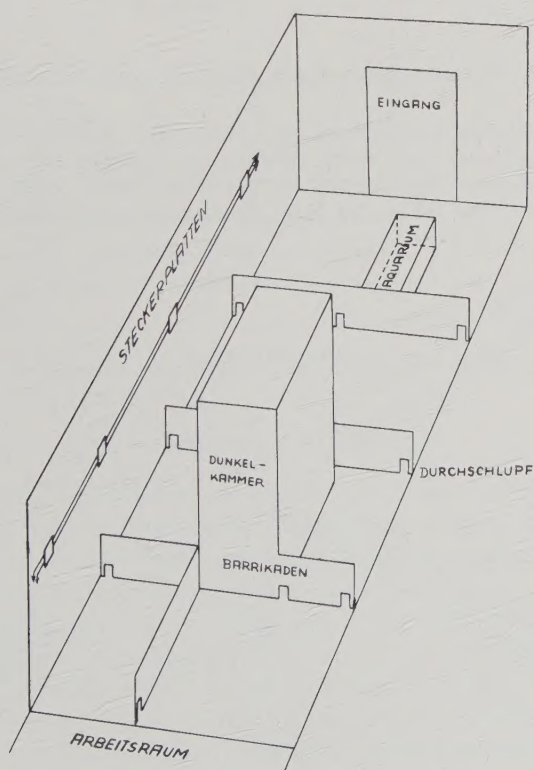


Abb. 2. Aufteilung des Versuchsraumes

Schwellen (Nr. 10) war eine elektrische Kontaktuhr parallelgeschaltet, welche alle 30 Minuten eine Marke auf das Kymographion schrieb.

Der Futterplatz bestand aus einem senkrecht stehenden Kantholz von 6 · 6 cm und 2 m Höhe. Auf dem oberen Ende des Kantholzes war ein horizontal liegendes Kreuz angebracht, an dessen äußeren Enden sich Futternäpfe mit elektrischen Kontakten befanden. Direkt unter den Näpfen hingen kleine Glasbehälter, die mit dem Duftstoff versehen wurden. Auf diese Weise war es möglich, unbeduftetes, d. h. geschmacklich unverändertes Futter anzubieten. In etwa 40 cm Abstand unter dem Futternapf und Glasbehälter hing eine Papiertüte, welche das beim Fressen verstreute Futter auffangen sollte (Abb. 3).

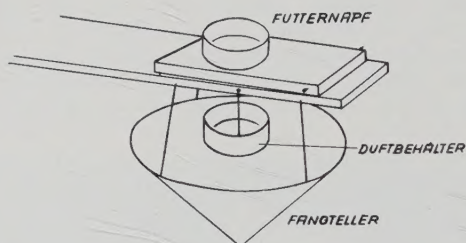


Abb. 3. Futternapf mit Registriereinrichtung (vgl. Abb. 4)

In der Mitte jedes Kreuzarmes war noch eine Kontrollschwelle eingeschaltet. Der Abstand von einem Napf zum anderen betrug ebenso wie von jedem Napf zum Mittelpunkt des Kreuzes, 1,50 m. Zum Ersteigen des Kreuzes war die eine Seite des Kantholzes mit Lattenstummeln benagelt,

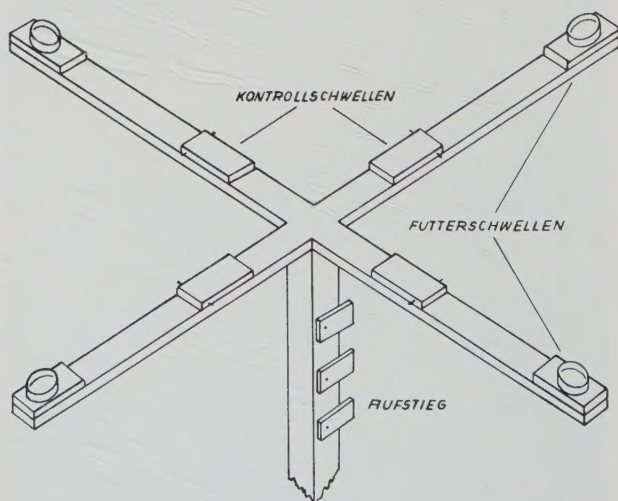


Abb. 4. Kreuzförmige Duftwahlenanlage mit Futternäpfen und Registriereinrichtung

der mittlere dieser Stummel wurde ebenfalls mit einer Trittschwelle versehen. Die Abb. 4 läßt die Anordnung von Futter- und Kontrollschwellen erkennen. Zur besseren Übersicht sind die in der Abb. 3 dargestellten Duftnäpfe und Fangteller weggelassen. Sämtliche elektrischen Anschlüsse des Kreuzes, wie auch die der Schwellen am Boden des Glashauses waren durch Stecker mit acht Steckerplatten verbunden; diese befanden sich, je vier an der Ost- und Westseite des Glashauses. So war es möglich, den Platz des Kreuzes und den der Schwellen nach Belieben zu ändern.

Die Schaltung der Anlage ist aus Abbildung 5 ersichtlich.

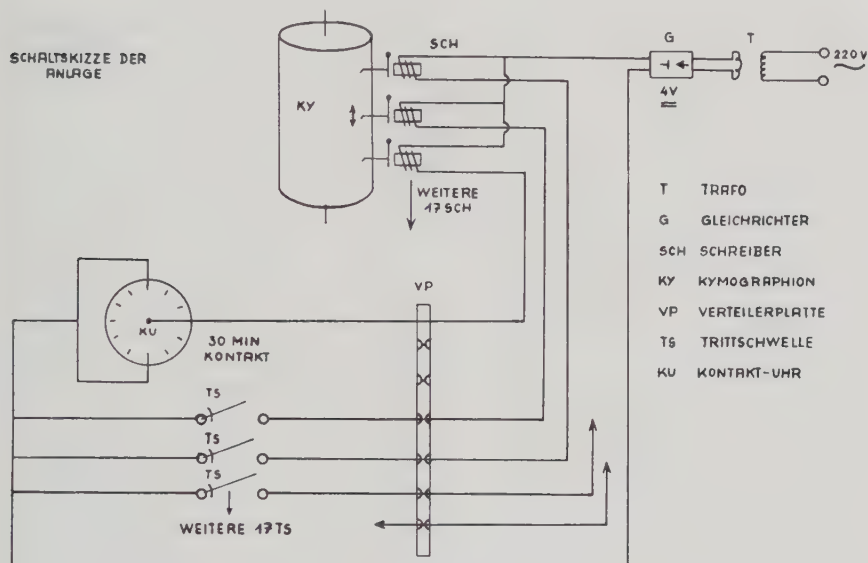


Abb. 5. Schema der elektrischen Registriereinrichtung

Die verwendeten Riechproben

Die Zahl völlig geruchloser Substanzen ist nach Steiner (1957) gegenüber den Geruchstoffen verhältnismäßig gering. Daraus ist zu ersehen, daß die Anzahl der bei Ratten zur Reaktionsprüfung infrage kommenden Stoffe unübersehbar groß sein muß, denn es eignet sich dafür jeder Stoff, der eine Geruchswahrnehmung hervorrufen kann. Eine Auswahl, die sich auf Stoffe beschränkt, die für die Ratten biologisch wichtig sind, wurde bewußt vermieden. Zudem läßt sich eine solche Auswahl nicht sicher treffen. Haut- und Sexualduft der Ratten gehören mit Sicherheit zu den „biologisch wichtigen Gerüchen“, zählt man aber den Nest- und Biotopgeruch der Tiere mit hinzu, so weitet sich die Zahl dieser so klassifizierten Düfte mit einemmal ungeheuer

aus. Der Grund hierfür liegt darin, daß keiner der im Biotop der Tiere vorkommenden Gerüche in seiner Qualität gleich bleibt, da die betreffenden Stoffe mannigfacher Änderung durch Witterungseinflüsse unterliegen. Die den Ratten zur Duftwahl vorgelegten Stoffe wurden deshalb so ausgewählt, daß neben Gerüchen, die für die Ratten biologisch interessant sein könnten, solche angeboten wurden, die nicht einmal entfernt in irgendeiner Beziehung zu den Tieren stehen. So finden sich neben typischen Futter- und Nest- und Hautgerüchen ätherische Öle wie Rosenöl, Fenchelöl und Baldrianöl, oder Sekrete aus tierischen Drüsen, wie Castoreum, Moschus und Zibeth. Manche Geruchsproben waren natürliche Produkte aus Tieren und Pflanzen, während andere synthetische Körper waren. Bei den synthetischen Produkten handelte es sich in den meisten Fällen um Duft- oder Geschmacksstoffe, die in der Nahrungsmittelindustrie und in der Parfümerie verwendet werden. In einigen Fällen waren die Riechproben sowohl in natürlicher Form als auch synthetisch vertreten und konnten gegeneinander ausgetestet werden. Die künstlichen Düfte hatten den Vorteil, daß sie in den meisten Fällen chemisch genau definiert waren. Die echten Produkte sind, was für alle in der Natur vorkommenden Düfte gilt, Komplexe von einzelnen Komponenten, also Mischgerüche. Für diese Mischgerüche läßt sich nach Jellinek (1951) nicht aussagen, ob sie in ihrer Zusammensetzung qualitativ und quantitativ stets gleich sind. Sämtliche Duftstoffe wurden mit Ausnahme von Buttersäure und Citral konzentriert geboten. Eine Angabe der Duftkonzentration ist nicht möglich und wurde nicht angestrebt. Die Tiere nahmen die einzelnen Gerüche nicht aus eindeutig bestimmbarer Entfernung wahr, wobei die Konzentration naturgemäß verschieden sein konnte, Gruch (1957).

Außer den oben angeführten Stoffen wurden verschiedene Nahrungsmittel der Menschen angeboten. Für die Anlockung mit Nahrungsmitteln lagen schon genügend Angaben aus der Praxis vor. So ist Saling (1936) der Meinung, daß frische Nahrungsmittel gewohnter Art am besten anlocken. In erster Linie eignen sich nach seiner Anschauung dazu: „frisches Weizengebäck (Weißbrot, Zwieback, Keks, Kuchen), ferner Mehle (Weizen- und Hafermehl), Getreideschrot. Fleischsorten, weiche Wurstmassen aus Leber- und Blutwurst, und auch gekochtes oder gebratenes Fleisch. Talg und Fette; Käsesorten, Eier und Nußarten, schmackhafte Speiseabfälle und Honig und angefaultes Fleisch.“

In einigen Fällen hatten die Ratten Gelegenheit, echten Ratten-geruch, der von lebenden Rudelangehörigen stammte, vergleichend auszuwählen.

Die angebotenen Duftstoffe sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt (Tabelle 1).

Tabelle 1

Name des Stoffes	Ord- nungs- nummer	Geruchs- note	Herkunft
Anisöl	1	V	A
Baldrian	2	V	A
Basengemisch	3	II	C
Buccolin	4	II	C
Butter 8266 a	5	I	C
Butter 9339	6	I	C
Buttersäure 30 %	7	I	B
Buttersäure 15 %	8	I	B
Buttersäure 11 %	9	I	B
Buttersäure 7,5 %	10	I	B
Castoreum	11	IV	A
Capronsäure	12	I	B
Caprylsäure	13	I	B
Citral conc.	14	III	A
Citral 30 %	15	III	A
Citral 20 %	16	III	A
Diazetyl	17	I	C
Eugenol	18	III	C
Emmentaler Käse	19	I	C
Fenchelöl	20	V	A
Geraniol	21	III	C
Hepthylsäureäthylester	22	I	B
Indol	23	II	C
Isovaleriansäure	24	I	B
Isovalerianaldehyd	25	I	B
K 49/5 B	26	II	C
Käse 7090	27	I	C
Kräuterkäse 8808	28	I	C
Methylsalizylat	29	V	A
Mirbanöl	30	V	C
Moschus-Rückstand	31	IV	A
Moschus-Tinktur	32	IV	A
Muskinon 6365 a	33	IV	C
Önanthäther	34	III	C
Paramethylchinolin	35	II	C
Rosenöl 10 039	36	III	C
Rosenöl 6014	37	III	C
Rosmarinöl	38	V	A
Skatol	39	II	C
Schafbutter 8520	40	I	C
Schafbutter 8745	41	I	C
Spezial-Lakton	42	III	C
Spanisch-Hopfenöl	43	IV	A
Schweineschmalz 7782	44	I	C
Tilsiter Käse	45	I	C
Terpineol	46	III	C

1—58 = Ordnungsnummer

Geruchsnote: I fettsäureähnlich Herkunft: A Extrakte aus Drüsensekreten oder
 II phenolartig Pflanzen
 III fruchtig-blumig B Fettsäuren und deren Derivate
 IV animalisch C synthetische Produkte
 V Sondergruppe ätherische Öle

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Name des Stoffes	Ordnungsnummer	Geruchsnote	Herkunft
Tetrahydroparamethylchinolin	47	II	C
Tieröl	48	II	A
Valeriansäure	49	I	B
Vanillin	50	III	C
Zibeth echt	51	IV	A
Hafer unbeduftet	52	—	A
Moschus-Keton	53	IV	C
Cumarin	54	III	C
Käse 8337	55	I	C
Bittermandel	56	V	C
Zibeth 6263	57	IV	C
Rosenöl echt	58	III	A

1—58 = Ordnungsnummer

Geruchsnote: I fettsäureähnlich Herkunft: A Extrakte aus Drüsensekreten oder Pflanzen
 II phenolartig
 III fruchtig-blumig B Fettsäuren und deren Derivate
 IV animalisch C synthetische Produkte
 V Sondergruppe ätherische Öle

Bei Einordnung oben angeführter Duftstoffe nach ihren Geruchsnoten ergaben sich fünf Gruppen, die in Tabelle 1 zu sehen sind. Da die Duftstoffe Anisöl, Fenchelöl, Mirbanöl, Rosmarinöl, Baldrian, Bittermandel und Methylsalizylat in keine der übrigen Riechstoffgruppen passen, wurde für sie die Bezeichnung „Sondergruppe ätherischer Öle“ gewählt, da die wichtigsten Vertreter dieser Gruppe ätherische Öle sind.

Die Stoffe der Herkunfts-Gruppe C sind synthetische Riech- und Geschmacksstoffe, die in der Parfümerie und Lebensmittelindustrie verwendet werden. Sie stammen aus der Produktion der Firma Concentra, Hamburg, Dragoco, Holzminden sowie Haarmann & Reimer, Holzminden/Weser. Da Buttersäure und Citral den Ratten in verschiedener Konzentration angeboten wurden, ergab sich ein Gesamtangebot von 58 Duftstoffen.

Durchführung der Versuche

Aufgrund des Verhaltens der Ratten mußte die Versuchsanlage während der Abenddämmerung bereits in Betrieb sein. Am Nachmittag der jeweiligen Versuchstage wurde in die Futternäpfe auf dem Kreuz pro Napf 15 g Haferkörner eingewogen. Von den vier gereinigten Glasschälchen unter den vier Futternäpfen wurde in drei Schälchen je ein Filtrierpapierstreifen gelegt, der kurz in eine von den zur Wahl gebotenen Substanzen getaucht war. Ein Glasschälchen blieb ohne Duft. Es waren also drei Plätze des Futterkreuzes mit je einem

anderen Duft versehen, während ein Platz als Kontrolle diente und unbeduftet blieb. In das Trinkgefäß wurden 50 cm³ Wasser gefüllt. Nach Einhängen der frisch berußten Trommel in das Kymographion wurden sämtliche Schwellen kontrolliert. Jede Schwelle wurde von Hand einmal betätigt, um ihr Funktionieren zu überprüfen und eine O-Marke zu schreiben. Die Zeitschreibung stand auf 30-Minuten-Intervall. Stets vor Einbruch der Dämmerung wurde die Anlage eingeschaltet, der Versuchsraum verlassen und bis zum nächsten Tag nicht mehr betreten. Die Ratten lebten also im Versuch gewissermaßen „in völliger Freiheit“. Die Aufgabe der Tiere bestand darin, den Futterplatz aufzusuchen und dort zu fressen. Es war zu prüfen, ob sie sich zum Verzehr ihres Futters den Napf auf dem Kreuz aussuchen, dessen Geruchsnote ihnen am besten zusagte. Die Ratten registrierten dabei ihr Verhalten selbst ohne die geringste Beeinträchtigung.

Die Registriergeräte wurden in unregelmäßigen Abständen während des Versuches kontrolliert. Dabei wurden die Tiere nicht gestört, da der Arbeitsraum durch eine zweite Tür von außen betreten werden konnte.

Nach dem Auslaufen des Kymographions wurde dessen Blatt abgenommen und fixiert. Das Futter, das noch in den Näpfen lag, wurde ebenso wie das der jeweils zugehörigen Fangtüte zurückgewogen. Beim Trinkwasser wurde entsprechend verfahren. Der Ort des unbedufteten Futters wurde nach jedem Versuch gewechselt.

Auf einem Blatt des Kymographions konnte man nach 24 Stunden Laufzeit das Verhalten der Tiere in zeitlich richtiger Reihenfolge genau ablesen.

Es ließ sich für jede Zeit aussagen, wo sich die Tiere befanden. Da zudem die Futter-, Kot- und Nistplätze der einzelnen Ratten bekannt waren, ließen sich die Wege dorthin exakt verfolgen.

Hatten die Tiere eine vorher festgesetzte Anzahl von Duftstoffen vorgesetzt bekommen, so wurden sie nach durchschnittlich 24 bis 26 Tagen mit Hilfe von Reusen- und Schlagfallen wieder eingefangen und aus dem Versuch genommen. Vor dem Einsetzen des neuen Versuchstieres wurde der Nestplatz zerstört und das Nestmaterial verstreut, außerdem der Kotplatz gereinigt.

Die Versuchstiere waren Wanderratten (*Rattus norvegicus* Berkenhout 1769), Hausratten (*Rattus rattus*, Linné 1758) und in einem Fall vergleichsweise eine albinotische Zuchtratte.

Bei den verwendeten Ratten handelte es sich stets um erwachsene Tiere, die spätestens 2 bis 3 Stunden nach dem Fang in das Glashaus eingesetzt wurden.

Die Auswertung der Versuche

Die Ergebnisse wurden nach zwei Gesichtspunkten ausgewertet:

1. Nach der Reihenfolge, in der die einzelnen Duftqualitäten einschließlich des unbedufteten Futters vom Versuchstier ausgewählt wurden.

Diese Reihenfolge wurde durch die Registriereinrichtung angezeigt. Hierdurch ließ sich feststellen, welchem Duft sich das Tier nach Ersteigen des Futterkreuzes zuerst zuwandte. Die Menge des gefressenen Futters wurde dabei nicht berücksichtigt. Dieser Vorgang wurde als „Erstwahl“ bezeichnet. Um vergleichbare Zahlenwerte zu erhalten, wurde ein willkürlich gewähltes Punktsystem eingeführt, das in sinkender Punktzahl der Reihenfolge der Wahl der Duftstoffe angepaßt war.

2. Nach der verzehrten Hafermenge pro angebotenem Duftstoff.

Nachdem das jeweilige Versuchstier zuerst gewählt hatte, wendete es sich oft auch den übrigen drei Futterstellen zu und kehrte dann mehrere Male an den Napf zurück, dessen Duftnote ihm am meisten entsprach. So ergab sich, daß aus diesem „Vorzugsnapf“ eine größere Hafermenge gefressen wurde als aus den anderen Näpfen. Der Duftstoff, der den größten Haferverzehr in einem Einzelversuch aufwies, erhielt die höchste Punktzahl, die übrigen Stoffe wurden in entsprechender Reihe eingeordnet. Da sich alle Zahlenwerte aus den jeweiligen Gewichten des verzehrten Hafers errechneten, wurde der Begriff „Mengenwahl“ eingeführt. Eine weitere Möglichkeit dieser Art der Auswertung bestand darin, das jeweils gefressene Quantum Hafer für einen bestimmten Duftstoff aus sämtlichen Versuchen mit allen Tieren zu addieren. Das Verhältnis des verzehrten Hafers zum angebotenen wurde dann durch eine Prozentzahl ausgedrückt.

Die Erstwahl der Wanderratten

Auf dem Futterplatz der Tiere waren, wie bereits ausgeführt wurde, vier Schwellen mit Näpfen versehen. Fraßen die Tiere aus den Näpfen, so wurde von ihnen der elektrische Kontakt betätigt und auf dem Kymographion entstand eine Markierung in Form eines oder mehrerer senkrechter Striche.

Zur Auswertung wurde der Abstand der ersten Freßmarke zur O-Markierung der gleichen Schwelle mit einem Stechzirkel abgegriffen und so die Strecken aller vier Freßschwellen genau verglichen, woraus sich unmittelbar die zeitliche Reihenfolge der Futternapfbesuche ergab. So ließ sich aussagen, welchem Napf sich die Versuchsratte nach dem Ersteigen des Futterkreuzes zuerst zuwandte, d. h. in welcher

Reihenfolge sie die drei Duftstoffe und den duftlosen Hafer annahm. Jeder Duftstoff konnte ebenso wie der Hafer, der im folgenden auch als ein „Stoff“ bezeichnet wird, hinsichtlich der Bevorzugung an erster bis vierter Stelle stehen.

Die Bewertung dieser Reihenfolge wurde nach folgendem Punktsystem vorgenommen:

Der zuerst angenommene Stoff erhielt 30 Punkte, der zweite 15, der dritte 5 und der vierte 2 Punkte. Da nicht alle Duftproben gleichmäßig oft angeboten werden konnten, wurden sämtliche Punkte des gleichen Stoffes aus allen Versuchen addiert und durch die Anzahl der Angebote geteilt. Zum Beispiel:

Kräuterkäse 8808 wurde angenommen

1 mal an 1. Stelle =	30 Punkte	(1 × 30)
2 mal an 2. Stelle =	30 Punkte	(2 × 15)
4 mal an 3. Stelle =	20 Punkte	(4 × 5)
0 mal an 4. Stelle =	00 Punkte	

80 Punkte

bei insgesamt 7 Angeboten ergab sich: $\frac{80}{7} = 11,42$ Punkte.

Tabelle 2: Erstwahl bei Wanderratten, Punktbewertung

Duftstoff	Punkte	Duftstoff	Punkte
Buttersäure 20 %	30,00	Terpineol	14,40
Castoreum	30,00	Cumarin	14,20
Caprylsäure	30,00	Kräuterkäse 8808	14,00
Citral 30 %	30,00	Hepthylsäureäthylester	13,85
Mirbanöl	22,82	Spezial-Lakton	13,66
Rosenöl 10 039	22,50	Paramethylchinolin	12,60
Muscinon 6365 a	20,66	Moschus Keton	12,42
Capronsäure	20,66	Eugenol	11,88
Anisöl	20,00	K 49/5 B	11,75
Schafbutter 8745	20,00	Buccolin	11,70
Basengemisch	19,90	Bittermandel	11,50
Isovaleriansäure	18,75	Zibeth 6263 a	11,33
Isovalerianaldehyd	18,14	Indol	11,25
Tieröl	18,12	Butter 9339	10,80
Butter 8266 a	17,50	Valeriansäure	10,66
Tilsiter Käse	17,00	Buttersäure	10,00
Vanillin	17,00	Käse 8337	8,50
Schafbutter 8520	16,66	Geraniol	8,40
Önanthäther	16,66	Tetrahydroparamethylchinolin	8,40
Buttersäure 11 %	16,66	Emmentaler 7411	7,80
Buttersäure 30 %	16,43	Käse 7090	7,80
Moschustinktur echt	16,17	Moschus Rückstand	7,50
Scatol	16,00	Rosmarinöl	7,40
Fenchelöl	16,00	Baldrianöl	6,85
Zibeth echt	15,71	Methylsalizylat	6,75
Buttersäure 7,5 %	15,66	Rosenöl echt	5,00
Citral conc.	15,00	Citral 20 %	2,00
Spanisch Hopfenöl	15,00	Rosenöl 6014	2,00
Schweineschmalz	14,42	Diacetyl	2,00

Aus der Tabelle 2 sind für alle angebotenen Duftstoffe die jeweiligen Punktzahlen zu ersehen.

Für Buttersäure in 20 % wässriger Lösung, für Caprylsäure und Castoreum sowie für Citral in 30 % wässriger Lösung wurde die Zahl von 30 Punkten errechnet. Von diesen vier Düften gehören nach der Einteilung in Tabelle 1 zwei (= 50 %) in die Gruppe von Riechstoffen, die „buttersäureähnliche“ Note haben, einer (= 25 %) in die Gruppe der „animalischen“ Düfte und ein weiterer (= 25 %) in die „fruchtig-blumige“-Gruppe.

Bezeichnet man die 10 Duftstoffe, die zwischen 20,00 und 30,00 Punkte haben, als sehr gut angenommen, so teilt sich diese Gruppe wie folgt auf:

von 10 Düften buttersäureähnlich	4 = 40 %,
animalisch	2 = 20 %,
fruchtig-blumig	2 = 20 %,
Sondergruppe ätherische Öle	2 = 20 %.

Schließt man bei dem Vergleich auch noch die Stoffe ein, die 15 Punkte aufweisen, so steigt der Anteil der buttersäureähnlich riechenden Düfte noch weiter:

Von insgesamt 28 Duftstoffen zwischen 30,00 und 15,00 Punkten haben

12 = 42,8 % buttersäureähnlichen Geruch,
5 = 17,9 % fruchtig-blumigen Geruch,
5 = 17,9 % animalischen Geruch,
3 = 10,7 % phenolartigen Geruch,
3 = 10,7 % sind ätherische Öle.

Aus den angeführten Ergebnissen ist ohne weiteres zu entnehmen, daß den Tieren buttersäureähnliche Gerüche am meisten entsprechen. Von den 12 Düften, die sich so auszeichnen, sind 6 (= 50 %) Glieder der Reihe der unverzweigten Fettsäuren in verschiedener Konzentration; ein Duft ist eine verzweigte Fettsäure, ein weiterer ein isomerer Aldehyd einer Fettsäure, während die restlichen vier Düfte synthetische Käse- und Buttergerüche sind, die eine deutlich wahrnehmbare Buttersäurekomponente haben.

Wenn auch bei der angewandten Konzentration der Düfte angenommen werden kann, daß sie alle von der Mitte des Wahlkreuzes aus von den Ratten gerochen werden konnten, so dürften die Tiere den ersten Futterplatz doch nicht in allen Fällen allein nach dem Duft gewählt haben. Wenn sich trotzdem eine Reihenfolge der Duftstoffe feststellen ließ, so zeigt dies meines Erachtens besonders deutlich, wie sehr die Ratten bei der Futterwahl von Riechwahrnehmungen beeinflusst werden. Für die Beliebtheit eines Duftes kann aber nicht allein die erste

Hinwendung zu ihm entscheidend sein, ebenso wichtig ist der Aufenthalt und der Futterverzehr an solchen Plätzen.

Die Mengenwahl der Wanderratten

Wie oben erwähnt, wurde die täglich verzehrte Hafermenge ermittelt, und zwar getrennt nach den einzelnen Futter- bzw. Duftplätzen. Es lag nahe, anzunehmen, daß das jeweilige Tier an dem Ort die größte Futtermenge aufnahm, dessen Duft ihm am meisten entsprach. Auf dem Kymoblatt waren diese bevorzugten Freßplätze an den größeren Freßmarken zu erkennen. Diese waren entweder auffallend länger als die der drei Konkurrenzstellen, oder sie setzten sich aus einer Anzahl kleinerer Freßmarken zusammen. Der erste Fall trat ein, wenn das Tier bei einem Besuch des Platzes mit dem Vorzugsduft eine entsprechend große Menge fraß, während im zweiten Fall wiederholt Futter am gleichen Duftort mit wechselndem Zeitabstand aufgenommen wurde.

Die erhaltenen Gewichte erlaubten somit, die Duftstoffe verhältnismäßig genau in einer Reihenfolge anzuordnen. Es wurde nach dem gleichen Punktsystem geordnet, das bereits vorher verwendet wurde. Nur erhielt jetzt der Duftstoff, der den größten Haferverzehr im Durchschnitt aufwies, 30 Punkte. Die anderen drei Stoffe wurden mit 15, 5 und 2 Punkten bewertet. Die Reihenfolge der Duftstoffe ist aus Tabelle 3 zu ersehen. Von 56 aufgeführten Duftstoffen erreichten vier die Zahl von 30 Punkten. Es sind dies Buttersäure in der Konzentration von 20, 11 und 7,5 % in Wasser sowie echter Zibeth-Duft. Auffallend ist, daß drei von den vier Duftstoffen, die den größten Haferverzehr aufweisen, Buttersäurelösungen sind.

Tabelle 3: Mengenwahl bei Wanderratten

Duftstoff	I. Verzehr- Angebot in %	II. Punkt- bewertung
Buttersäure 11 %	79,50	30,00
Buttersäure 20 %	60,00	30,00
Käse 7090	68,75	12,44
Hepthylsäureäthylester	54,16	13,80
Caprylsäure	66,66	17,50
Capronsäure	52,22	15,00
Buttersäure 15 %	45,83	17,50
Buttersäure 7,5 %	46,06	30,00
Muscinon 6365 a	45,41	16,40
Buttersäure 30 %	43,75	21,66
Isovalerianaldehyd	42,96	17,87

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Duftstoff	I. Verzehr- Angebot in %	II. Punkt- bewertung
Rosenöl echt	42,30	15,33
Schafbutter 8745	42,50	22,00
Zibeth echt	41,66	30,00
Moschus Keton	41,66	13,16
Methylsalizylat	41,11	6,80
Rosenöl 6014	41,11	—
Bittermandel	40,27	12,00
Schafbutter 8520	39,17	18,41
Emmentaler 7411	38,75	—
K 49/5 B	38,77	26,25
Diazetyl	38,75	15,00
Moschus-Rückstand	38,63	19,37
Isovaleriansäure	38,00	14,10
Butter 8266 a	37,91	26,25
Eugenol	37,33	17,65
Tieröl	37,27	14,17
Paramethylchinolin	37,00	18,50
Castoreum	36,49	24,40
Basengemisch	36,85	16,20
Spezial Lakton	36,00	14,57
Cumarin	36,00	13,55
Zibeth 6263 a	35,00	2,77
Buttersäure conc.	34,28	2,00
Hafer	34,26	14,60
Önanthäther	33,70	18,55
Fenchelöl	33,70	7,60
Anisöl	33,15	8,77
Buccolin	33,09	11,40
Indol	31,76	13,81
Butter 9339	31,67	20,66
Schweineschmalz 7782	31,38	11,60
Baldrianöl	31,06	11,39
Tetraparamethylchinolin	29,16	12,88
Mirbanöl	28,80	9,20
Scatol	27,77	13,66
Kräuterkäse 8808	27,38	12,11
Valeriansäure	27,22	11,75
Moschustinktur echt	26,94	16,41
Geraniol	26,96	16,66
Rosmarinöl	25,82	13,40
Citral conc.	23,69	11,12
Vanillin	21,54	10,00
Tilsiter Käse	20,83	8,50
Spanisch-Hopfenöl	17,77	5,20
Terpineol	16,00	10,00
Rosenöl 10 039	11,66	4,00
Käse 8337	10,00	8,40

Eine weitere Aufschlüsselung der Ergebnisse der Mengenwahl nach dem bereits bei der Erstwahl benutzten Schema ergibt folgendes Bild:

1. 10 von 56 Duftstoffen haben Punktzahlen zwischen 20,00 und 30,00
 davon riechen 7 buttersäureähnlich = 70 %
 2 animalisch = 20 %
 1 phenolartig = 10 %
2. Für 25 Riechstoffe wurden Punktzahlen zwischen 30,00 und 15,00 errechnet.
 Davon haben 15 Stoffe buttersäureähnlichen Geruch = 50,20 %
 5 Stoffe animalischen Geruch = 20,00 %
 3 Stoffe phenolartigen Geruch = 12,00 %

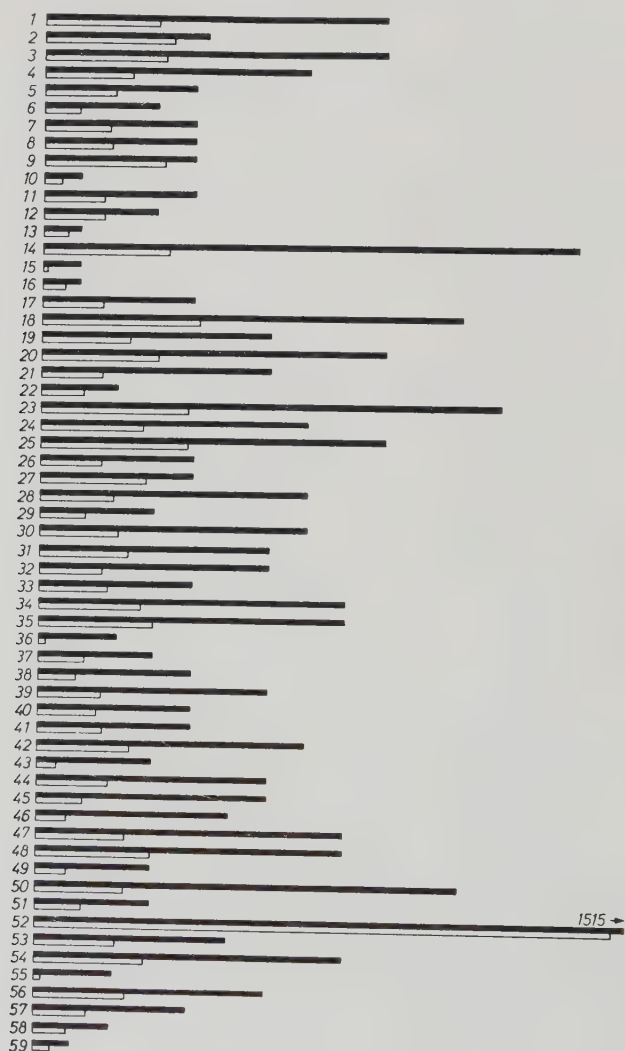
Der Anteil der Duftstoffe, die buttersäureähnlich riechen, steigt hier ebenso an wie bei der Erstwahl der Wanderratten, wenn man die Riechstoffe vergleicht, für die zwischen 15,00 und 30,00 Punkte errechnet wurden.

Die oben beschriebene Art der Auswertung wird abgerundet durch Aufzählung der Riechkörper, wie sie sich nach folgendem Gesichtspunkt ergibt:

Man errechnet die Gesamtmenge des Futters, das in sämtlichen Versuchen bei Verabreichung des gleichen Duftstoffes geboten wurde und stellt den prozentualen Anteil der davon gefressenen Menge fest. In Tabelle 4 ist die Annahme der Duftstoffe in der Reihenfolge der Tabelle 1 als Säulendiagramm dargestellt. Im Gegensatz zu den Tabellen mit 58 Duftstoffen weisen die Diagramme 59 Duftstoffe auf, da das Lösungsmittel APV (Nummer 59) mit aufgeführt wird. Die schwarze Säule stellt die Menge des angebotenen Hafers dar, während die weiße Säule den verzehrten Haferanteil angibt. In beiden Fällen entspricht 0,33 mm der Säule einem Gramm Hafer. Den größten Verzehr weist nach dieser Tabelle ein Duftpräparat aus 11 % Buttersäure auf. Von 60 g Hafer, die zu diesem Präparat angeboten wurden, fraßen die Tiere 47,8 g = 79,50 %. Das Präparat Käse 7090 folgt mit 68,75 %, während Caprylsäure mit 66,66 % die dritte Stelle einnimmt. Alle drei Stoffe sind der Gruppe zuzuordnen, die buttersäureähnlich riecht. Zur gleichen Gruppe zählen auch die Riechkörper, die nach ihrer Beliebtheit auf die nächsten drei Stellen gehören, nämlich 20 % Buttersäure mit 52,22 % Verzehr sowie Heptylsäureäthylester mit 54,16 % Verzehr und Capronsäure mit 52,22 % Verzehr des angebotenen Hafers.

Werden von Hafer, der einem Duftstoff beigefügt ist, zwischen 100 % und 50 % der angebotenen Menge gefressen, so kann dieser Duftstoff als gut angenommen bezeichnet werden. Nach dem oben Ausgeführten, trifft dies für alle sechs genannten Riechstoffe zu. Auch hier ist wieder festzustellen, daß sich Gerüche mit Buttersäure-Note größerer Beliebtheit erfreuen, als andersartig riechende. Von den sechs angeführten Düften sind zwei Buttersäure in verschiedener Konzentration (10 % und 11 %), zwei weitere sind ebenfalls niedere Fettsäuren (Capron- und Caprylsäure), ein Präparat ist der Äthylester

säuren (Capron- und Caprylsäure), ein Präparat ist der Athylester einer niederen Fettsäure, während ein Duftstoff ein synthetischer Geruch ist (Käse 7090), der stark nach Fettsäure riecht.



Tab. 4. Futterverzehr von Wanderratten bei verschiedenen Düften. Schwarze Säulen: Futterangebot; weiße Säulen: gefressene Menge. 1 g entspricht 0,33 mm. Duftstoffe s. Tab. 1

Für die beiden Arten der oben beschriebenen Auswertung sollten sich wenigstens im großen und ganzen die gleichen Vorzugsdüfte ergeben. Die folgende Tabelle 5 gibt darüber Aufschluß, daß dies für

eine ganze Anzahl von Riechproben wirklich zutrifft. In Spalte 1 ist der jeweilige Duftstoff aufgeführt; Spalte 2 enthält den Platz dieses Duftstoffes bei der prozentualen Errechnung des Haferverzehrs (siehe Tabelle 3/I), während Spalte 3 den Platz nach der Punktbewertung angibt (siehe Tabelle 3/II). Wenn man einen Unterschied in der Platzfolge der beiden Auswertarten bis höchstens sechs als hinreichende Übereinstimmung wertet, so findet man unter den in der Tabelle stehenden 56 Vergleichszahlenpaaren 13 (gekennzeichnet durch die Zahlen 1 bis 13), die diese Bedingung erfüllen. Dies entspricht einem Prozentsatz von 23,21 %. Damit wird gezeigt, daß beide Auswertverfahren im weiteren Rahmen zu den gleichen Vorzugsdüften führen.

Tabelle 5

I	II	III	IV
Buttersäure 20 %	4	1	1
Buttersäure 11 %	1	1	2
Buttersäure 7,5 %	8	1	—
Zibeth echt	14	1	—
Butter 8266 a	25	2	—
K 49/5 B	21	2	—
Castoreum	29	3	—
Schafbutter 8745	13	4	—
Buttersäure 30 %	10	5	3
Butter 9339	41	6	—
Moschus-Rückstand	23	7	—
Onanthather	36	8	—
Paramethylchinolin	28	9	—
Schafbutter 8520	19	10	—
Isovalerianaldehyd	11	11	4
Eugenol	26	12	—
Buttersäure 15 %	7	13	5
Caprylsäure	3	13	—
Geraniol	50	14	—
Moschustinktur echt	49	15	—
Muscinon 6365 a	9	16	—
Basengemisch	30	17	—
Capronsäure	6	18	—
Diazetyl	22	18	6
Rosenöl echt	12	19	—
Hafer	35	20	—
Spezial-Lakton	31	21	—
Tieröl	27	22	7
Isovaleriansäure	24	23	8
Hepthylsäureäthylester	5	25	—
Indol	40	24	—
Scatol	46	26	—
Cumarin	32	27	9
Rosmarinöl	51	28	—

Spalte I = Duftstoff.

Spalte II = Platz des Duftstoffes bei der prozentualen Errechnung des Haferverzehrs vom Haferangebot (Tab. 3/I).

Spalte III = Platz in der Reihenfolge der Punktbewertung (Tab. 3/II).

Spalte IV = Kennzeichnung der positiv bewerteten Zahlenpaare mit den Ziffern 1 bis 13

Tabelle 5 (Fortsetzung)

I	II	III	IV
Moschus-Keton	15	29	—
Tetrahydroparamethylchinolin	44	30	—
Käse 7090	2	31	—
Kräuterkäse 8808	47	32	—
Bittermandelöl	18	33	—
Valeriansäure	48	34	—
Schweineschmalz 7782	42	35	—
Buccolin	39	36	10
Baldrianöl	43	37	11
Citral conc.	52	38	—
Terpineol	56	39	—
Vanillin	53	39	—
Mirbanöl	45	40	12
Anisöl	38	41	13
Tilsiter Käse	54	42	—
Käse 8337	58	43	—
Fenchelöl	37	44	—
Methylsalizylat	16	45	—
Spanisch-Hopfenöl	55	46	—
Rosenöl 10 039	57	47	—
Zibeth 6263 a	33	48	—
Buttersäure conc.	34	49	—

Spalte I = Duftstoff.

Spalte II = Platz des Duftstoffes bei der prozentualen Errechnung des Haferverzehrs vom Haferangebot (Tab. 3/I).

Spalte III = Platz in der Reihenfolge der Punktbewertung (Tab. 3/II).

Spalte IV = Kennzeichnung der positiv bewerteten Zahlenpaare mit den Ziffern 1 bis 13

Übereinstimmung von Erst- und Mengenwahl

In 108 Versuchen konnte eine Auswertung der Erst- und Mengenwahl beim jeweils gleichen Versuchstier durchgeführt werden. Dabei ergab sich wiederholt, daß von dem Duftstoff, der bei der Erstwahl vom Tier bevorzugt wurde, auch am meisten gefressen wurde. Dies bedeutet, daß die errechneten Werte von Erst- und Mengenwahl übereinstimmen. Bei den genannten 108 Versuchen trat dies fünfzehnmal ein, d. h. mit einer Häufigkeit von 13,88 %.

In den 15 Auswerteprotokollen erschienen 32 Duftstoffe. Davon wurden angeboten:

- 20 Duftstoffe je einmal, dabei 20 mal Übereinstimmung
- 11 Duftstoffe je zweimal, dabei 5 mal Übereinstimmung
- 3 Duftstoffe je dreimal, dabei 2 mal Übereinstimmung

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse dieser Auswertung niedergelegt. Bemerkenswert ist auch hier das Hervortreten der fettsäureähnlichen Riechkörper.

Tabelle 6:

Übereinstimmung von Erst- und Mengenwahl bei Wanderratten

Duftstoff	Zahl der Angebote	Übereinstimmung	Platzbewertung bei 4 möglichen Plätzen
Mirbanöl	1	1 mal	1 mal 1;
Tieröl	1	1 mal	1 mal 2;
Butter 9339	1	1 mal	1 mal 4;
Basengemisch	3	2 mal	2 mal 2; 1 mal 3;
Zitral conc.	1	1 mal	1 mal 3;
Zibeth 6263a	1	1 mal	1 mal 4;
Schafbutter 8520	2	2 mal	1 mal 1; 1 mal 3;
Spezial Lakton	2	2 mal	1 mal 2; 1 mal 3;
Rosenöl 6014	1	1 mal	1 mal 4;
Paramethylchinolin	2	2 mal	1 mal 1; 1 mal 3;
Citral 20 %	2	2 mal	2 mal 2;
Eugenol	1	1 mal	1 mal 4;
Moschustinktur echt ..	2	2 mal	2 mal 1;
Käse 7090	1	1 mal	1 mal 2;
Hepthylsäureäthylester	2	2 mal	2 mal 3;
Kräuterkäse 8808	1	1 mal	1 mal 2;
Terpineol	2	2 mal	1 mal 2; 1 mal 4;
Muscinon	1	1 mal	1 mal 1;
Emmentaler	1	1 mal	1 mal 3;
Caprylsäure	1	1 mal	1 mal 1;
Schafbutter 8745	2	2 mal	1 mal 1; 1 mal 2;
Buccolin	1	1 mal	1 mal 1;
Valeriansäure	2	2 mal	1 mal 2; 1 mal 4;
Buttersäure 15 %	1	1 mal	1 mal 3;
Isovalerianaldehyd	2	2 mal	2 mal 1;
Isovaleriansäure	2	2 mal	2 mal 2;
Capronsäure	1	1 mal	1 mal 2;
Vanillin	1	1 mal	1 mal 4;
Rosenöl echt	1	1 mal	1 mal 2;
Bittermandel	1	1 mal	1 mal 1;
Garaniol	1	1 mal	1 mal 3;
Diazetyl	1	1 mal	1 mal 4;

Zusammenfassend läßt sich für die Duftwahl der Wanderratten sagen:

Nach dem Ersteigen des Futterkreuzes wendeten sich die Ratten in den meisten Fällen zuerst dem Napf zu, dessen Futter sich in einem Duftmilieu befand, das fettsäureähnliche Note hatte. Nicht immer fraßen die Tiere dann aus diesem Napf, so daß man nach der Erstwahl den betreffenden Geruch nur als für Ratten besonders interessant bezeichnen kann. Der Nachweis der Vorliebe für Düfte mit Fettsäurenote wurde dadurch erbracht, daß die Tiere aus jenen Näpfen, die diesen Geruch um sich verbreiteten, oft die größten Futtermengen fraßen.

Die Erstwahl der Hausratten

Auch mit Hausratten wurden Untersuchungen durchgeführt. Obwohl Haus- und Wanderratten nahe Verwandte sind, unterscheiden sie sich

in Körperbau, Ernährungsweise und Lebensraum. Für die durchgeführten Experimente interessierten vor allem die beiden letztgenannten Unterscheidungsmerkmale. Die Wanderratten gelten im allgemeinen als Allesfresser, die aber eine gewisse Vorliebe für tierische Nahrung haben, während man die Hausratte als reinen Vegetarier ansieht. Der Unterschied in den Lebensräumen beider Arten wird durch die amerikanische Bezeichnung Keller- und Dachratte besonders gut zum Ausdruck gebracht. Die Wanderratte bevorzugt als Biotope dunkle, feuchte Plätze, wie Keller, Kanalrohre (Kanalratte), Böden unter Tierställen und ähnliches. Dort legt sie auch ihre Baue an, soweit sie diese nicht direkt in die Erde gräbt. Die Hausratte hingegen ist auf Dachböden und Speichern, vor allem in trockenen Obergeschossen von Gebäuden zu finden. Ihre Wohnplätze hat sie sehr oft in den Zwischenräumen des Deckengebälkes zu den unteren Stockwerken.

Nach den aufgeführten Unterschieden in der Ernährung der beiden Tierarten war zu erwarten, daß die Vorzugsdüfte der Haus- und Wanderratten verschieden sind.

Als Versuchsanlage zur Klärung dieser Frage, diente die gleiche Einrichtung, die auch für die Wanderratten verwendet wurde. Die Hausratten bewiesen im Glashaus ihren Ruf als geschickte Kletterer und Springer. Sie liefen im Gegensatz zu den Wanderratten nicht auf dem Fußboden des Gebäudes, sondern kletterten im Stahlskelett des Baues herum, oder benutzten mit großem Geschick die Drähte der elektrischen Leitungen, die vierfach nebeneinander in 1,5 m Höhe an den Wänden verliefen, als Wege. Von dort sprangen sie auch auf das Futterkreuz, zum Teil direkt in die Näpfe hinein. Aufgrund dieser Tatsachen war die Auswertung der Registrierungen bei den Hausratten wesentlich schwieriger und konnte nur für drei von fünf Hausratten durchgeführt werden. Dies wurde auf die gleiche Weise wie bei den Wanderratten vorgenommen.

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse der Erstwahl zusammengestellt. Es konnten die Punktzahlen für 35 angebotene Duftstoffe berechnet werden. Die Höchstzahl von 30,00 Punkten wurde dabei von 9 Stoffen erreicht. Dies sind 25,71 % aller Düfte, die den Hausratten angeboten wurden.

Die Aufteilung dieser 9 Duftstoffe auf die einzelnen Duftstoffklassen sieht folgendermaßen aus:

3 von 9 Düften (= 33,33 %) sind ätherische Öle und je 2 der restlichen 6 Düfte (22,22 %) gehören der fruchtig-blumigen, der fettsäureähnlichen und der animalisch riechenden Duftstoffgruppe an.

Bei der Einbeziehung aller Riechkörper, für die zwischen 30,00 und 15,00 Punkten errechnet wurden, treten folgende Veränderungen auf:

5 von 18 Duftstoffen riechen fruchtig-blumig = 27,77 %,
 4 von 18 Duftstoffen riechen buttersäureähnlich = 22,22 %,
 je 3 von 18 Duftstoffen riechen animalisch oder phenolartig oder sind ätherische Öle.

Dies entspricht jeweils 16,66 % von 18 Riechstoffen. Der prozentuale Anteil der fruchtig-blumig riechenden, sowie der animalischen Duftstoffe nimmt mit der Erweiterung der Auswertungsgrenzen zu, der Anteil der fettsäureähnlichen Gerüche bleibt auf seiner Höhe stehen, während die phenolartigen Düfte und die mit der Geruchsnote „ätherische Öle“ neu hinzukommen.

Nach den angegebenen Prozentzahlen werden von den Hausratten fruchtig-blumige Gerüche vorgezogen. Der Unterschied zu den buttersäureähnlich riechenden Düften beträgt jedoch nur 5,55 %, zu den restlichen drei Stoffklassen ist der Abstand ausgeprägter. Er beläuft sich auf 11,11 % bzw. 5,56 %.

Die Tatsache, daß die fruchtig-blumigen Riechstoffe mit 27,77 % den größten Haferverzehr aufweisen, könnte u. U. auf die vorwiegend vegetarische Ernährungsweise der Hausratten zurückzuführen sein.

In zweiter Linie interessieren sich die Hausratten jedoch für Gerüche mit Fettsäure-Note. Der Grund für dieses Interesse könnte ebenso wie bei den Wanderratten im Hautgeruch der Tiere zu finden sein.

Tabelle 7: Erstwahl von drei Hausratten, Punktordnung

Duftstoff	Punkte	Duftstoff	Punkte
Mirbanöl	30,00	Baldrian	8,50
Anisöl	30,00	Citral 30 %	5,00
Cumarin	30,00	Kräuter 8808	5,00
Emmentaler Käse 7411	30,00	Methylsalizylat	5,00
Fenchel	30,00	Schafbutter 8520	5,00
Moschustinktur echt	30,00	Rosenöl 6014	5,00
Moschus Keton	30,00	Käse 8337	5,00
Rosenöl 10 039	30,00	Castoreum	2,00
Schafbutter 8745	30,00	Eugenol	2,00
Buccolin	15,00	Hepthylsäureäthylster	2,00
Butter 9339	15,00	Önanthäther	2,00
Citral conc.	15,00	Paramethylchinolin	2,00
Geraniol	15,00	Special-Lacton	2,00
Indol	15,00	Tetrahydroparamethylchinolin	2,00
K 49/5 B	15,00	Tieröl	2,00
Schweineschmalz 7782	15,00	Valeriansäure	2,00
Terpineol	15,00	Butter 8266 a	2,00
Zibeth echt	15,00		

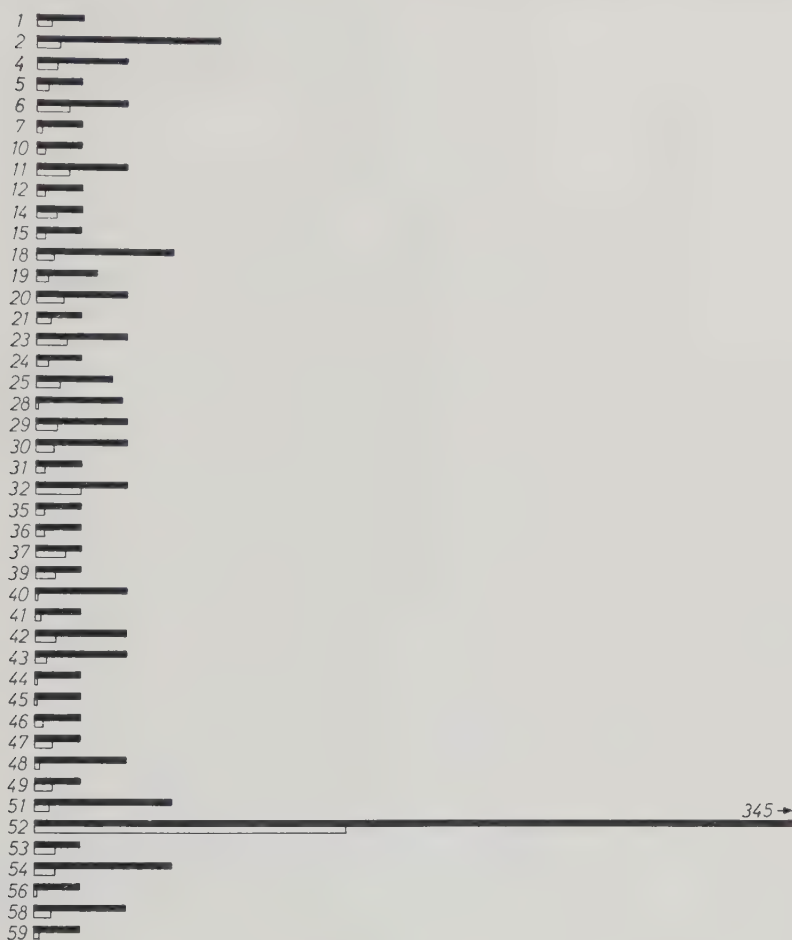
Die Mengenwahl der Hausratten

Im Gegensatz zur Erstwahl der Hausratten bereitete die Auswertung der Mengenwahl keine Schwierigkeiten. Die Zahlen, die dieser Aus-

Tabelle 8: Mengenwahl von Hausratten

Duftstoff	I. Verzehr- Angebot in %	II. Punkt- bewertung
Rosenöl 6014	63,33	16,00
Isovalerianaldehyd	50,00	30,00
Moschus Keton	50,00	30,00
Moschus echt	48,33	30,00
Scatol	46,66	15,00
Citral conc.	45,00	17,50
Tetrahydroparamethylchinolin	43,33	30,00
Valeriansäure	43,33	10,00
Castoreum	35,83	22,50
Butter 9339	35,00	22,50
Geraniol	33,33	30,00
Indol	33,33	22,50
Anisöl	33,33	5,00
Fenchelöl	31,66	15,66
Butter 8266 a	30,00	10,00
Hafer	29,79	17,45
Isovaleriansäure	26,66	5,00
Spezial Lakton	25,00	11,65
Methylsalizylat	24,16	8,50
Buccolin	21,66	17,50
Mirbanöl	21,66	11,00
Emmentaler Käse 7411	21,66	15,00
Rosenöl 10 039	20,00	5,00
Paramethylchinolin	20,00	15,00
Terpineol	20,00	5,00
Citral 30 %	20,00	5,00
Rosenöl echt	19,16	—
Moschus-Rückstand	16,66	15,00
Schafbutter 8745	16,66	15,00
Buttersäure 7,5 %	16,66	15,00
Cumarin	15,55	16,00
Capronsäure	15,00	15,00
Eugenol	13,33	8,33
Buttersäure 30 %	13,33	—
Baldrian	12,91	6,75
Zibeth echt	11,61	5,00
Buttersäure conc.	11,66	2,00
Spanisch-Hopfenöl	10,84	15,00
Tieröl	6,66	6,33
Schweineschmalz	6,66	5,00
Bittermandel	6,66	2,00
Kräuterkäse 8808	5,00	2,00
Schafbutter 8520	3,33	3,70
Tilsiter Käse	3,33	2,00
Heptylsäureäthylester	—	15,00
K 49/5 B	—	15,00
Käse 7090	—	5,00
Basengemisch	—	2,00

wertung zugrunde liegen, wurden, wie auf Seite 312 angeführt ist, durch Auswiegen des nicht gefressenen Hafers pro Duftstoff und Tag bestimmt. In der Tabelle 8 sind die Duftstoffe nach der errechneten



Tab. 9. Futterverzehr von Hausratten bei verschiedenen Düften. Schwarze Säule: Futterangebot; weiße Säulen: gefressene Menge. 1 g entspricht 0,33 mm. Duftstoffe s. Tab. 1

Punktzahl angeordnet, außerdem ist aus Tabelle 9 der Haferverzehr vom jeweiligen Haferangebot für jeden einzelnen Duftstoff aus allen Versuchen zu ersehen.

Die Aufschlüsselung der Ergebnisse beider Verfahren ergab die unten zusammengefaßten Werte:

1. Punktbewertung:

9 von 44 angebotenen Duftstoffen (= 20,45 %) bekamen zwischen 20,00 und 30,00 Punkten.

von diesen 9 Düften riechen 4 animalisch	= 44,44 %
2 buttersäureähnlich	= 22,22 %
2 phenolartig	= 22,22 %
1 fruchtig-blumig	= 11,11 %

30,00 bis 15,00 Punkte konnten für 25 Düfte berechnet werden. Dies sind 50,68 = des Gesamtangebotes.

Dazu gehören

7 Stoffe in die Gruppe der buttersäureähnlichen	= 28,00 %
6 Stoffe in die Gruppe der animalischen	= 24,00 %
6 Stoffe in die Gruppe der phenolartigen	= 24,00 %
4 Stoffe in die Gruppe der fruchtig-blumigen	= 16,00 %
1 Stoff in die Gruppe der ätherischen Öle	= 4,00 %
1 Stoff (Hafer) wird als geruchlos betrachtet	= 4,00 %

Ein Vergleich der Duftwahl von Haus- und Wanderratten

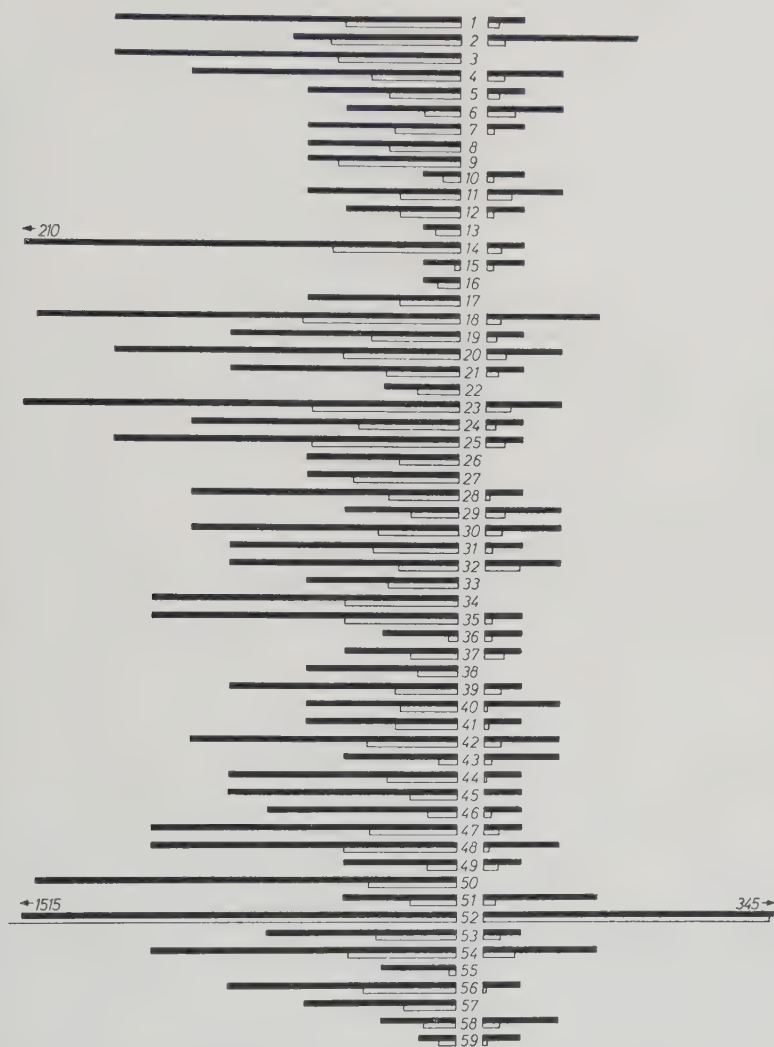
In den mitgeteilten Versuchen wurde im Kapitel „Erstwahl der Hausratte“ bereits auf die Unterschiede in der Ernährung von Haus- und Wanderratte hingewiesen. Dieser Unterschied trat auch bei den Ergebnissen der Duftwahlversuche beider Rattenarten deutlich zutage. Einen direkten Vergleich läßt das Säulendiagramm, Tabelle 10, zu. Die Zahlenkolonne in der Mitte gibt die Ordnungszahl der Duftstoffe in Übereinstimmung mit Tabelle 1 an. Nach rechts ist das Angebot und der Verzehr von Hafer (Angebot = dunkel, Verzehr = hell) für den jeweiligen Duftstoff bei Hausratten, nach links bei den Wanderratten eingetragen. Die Höhe der Säule des Haferangebots drückt zugleich die Zahl der mit dem betreffenden Stoff durchgeführten Versuche aus.

Von den 44 Gerüchen, die den Hausratten angeboten wurden, sind zu einem weiteren Vergleich die bevorzugten 15 (= 34,26 %) aus Tabelle 8 (Mengenwahl) zu einer Gegenüberstellung mit den von Wanderratten bevorzugten 19 von 58 Düften (= 32,75 %) aus Tabelle 3 (Mengenwahl) herangezogen worden. Es zeichnet sich dabei für die Wanderratten eine klar erkenntliche Bevorzugung von Gerüchen mit buttersäureähnlicher Duftnote ab; sie machen 63,15 % der 19 Riechkörper aus. An zweiter Stelle stehen die animalischen Düfte mit 15,8 %.

Bei den Hausratten hingegen sieht die Aufgliederung der ersten 15 von 44 Düften (Tab. 8) gänzlich anders aus:

26,7 % sind buttersäureähnliche Riechstoffe, je 20 % riechen fruchtig-blumig oder phenolartig, während je 13 % ätherische Öle sind oder animalische Duftnote haben.

Dieser Gegenüberstellung liegen die Resultate sämtlicher Tiere beider Arten zugrunde.



Tab. 10. Vergleich des Futterverzehr von Wanderratten (links) und Hausratten (rechts) bei verschiedenen Düften. Vgl. Tab. 4 und 9

Wenn man aus der Gesamtheit der Versuchstiere diejenige Wander- und Hausratte auswählt, mit der die meisten Versuche ausgeführt wurden, kommt man zu einem Ergebnis, das mit dem aus allen Versuchstieren zusammengefaßten übereinstimmt (Tab. 11).

Tabelle 11

Vergleich des Haferverzehr der Wanderratte 5/53 mit der Hausratte H 1

Wanderratte		Hausratte	
Duftstoff	Prozent	Duftstoff	Prozent
Kräuterkäse	70,00	Isovalerianaldehyd	50,00
Schafbutter 8745	66,66	Citral conc.	45,00
Schafbutter 8520	66,66	Indol	40,00
Butter 8266 a	66,66	Buccolin	36,00
Valeriansäure	51,66	Butter 8266 a	30,00
Moschus Rückstand	50,00	Isovaleriansäure	26,66
Rosenöl echt	50,00	Fenchelöl	26,66
Isovaleriansäure	48,75	Emmentaler Käse 7411	21,66
Cumarin	48,33	Terpineol	20,00
Fenchelöl	46,20	Schafbutter 8745	16,66
Tieröl	45,50	Moschus-Rückstand	16,66
Indol	43,33	Cumarin	13,33
Tetrahydroparamethylchinolin	43,00	Tetrahydroparamethylchinolin	16,66
Buccolin	40,54		
Eugenol	40,00		
Isovalerianaldehyd	38,88		
Baldrian	36,66		
Citral conc.	33,00		
Terpineol	33,33		
Emmentaler Käse 7411	3,33		

Die Werte stellen die Prozentzahlen des verzehrten Hafers im Vergleich zum angebotenen Hafer aus sämtlichen Versuchen für den gleichen Duftstoff dar.

Bei beiden Tieren weist eine Duftprobe mit Buttersäurenote den größten Haferkonsum auf: Kräuterkäse mit 70 % Verzehr der angebotenen Menge steht bei der Wanderratte an der Spitze, während die Hausratte bei Isovalerianaldehydduft 50 % des angebotenen Hafers fraß. Bei der Wanderratte wird die mit einem buttersäureähnlichen Duft begonnene Reihe mit den beiden Schafbuttergerüchen 8745 und 8520 fortgesetzt, es folgen darauf Butter 8266 a und Valeriansäure. Dann erst erscheint als Vertreter einer völlig anderen Duftnote: Moschus-Rückstand mit 50 % des angebotenen Hafers. Den größten Haferverzehr weisen bei der Wanderratte also 5 Düfte mit ausgesprochener Fettsäurenote auf. Bei den folgenden Düften fällt dann keine besondere Bevorzugung von Stoffen mit einander ähnlichen Gerüchen auf. Demnach läßt sich für die Wanderratte eine eindeutige Vorliebe für Duftproben mit Fettsäure-Note feststellen. Wesentlich anders verhält es sich bei der Hausratte. Die Tabelle beginnt zwar auch mit einem fettsäureähnlichen Geruch, dem Isovalerianaldehyd, es schließt sich jedoch Citral konzentriert, Indol und Buccolin an: Erst an 5. Stelle findet sich das Präparat Butter 8266 a mit 30 % Verzehr und ihr folgt die Isovaleriansäure aus der Fettsäurereihe mit 26,66 % Gesamtver-

zehr. Anschließend steht ein ätherisches Öl, das Fenchelöl mit 21,66 %. Die Reihe setzt sich dann ähnlich wie bei der Wanderratte fort.

Bei einer genaueren Prüfung dieser eindeutigen Bevorzugung von fettsäureähnlichen Düften bei Wanderratten käme es meines Erachtens auf die Feststellung an, ob die Fettsäurenote mehr Beziehung zur Nahrung des Tieres hat, oder ob sie als Komponente des Haut- und Nestgeruches gewertet wird. Im zweiten Falle wäre vielleicht ein Ansatzpunkt zur Ermittlung eines Stoffes vorhanden, der bei der Duftwahl von der Mehrzahl aller Ratten aus verschiedenen Biotopen bevorzugt wird.

Die Futterwahlversuche

Im Abschnitt „Die verwendeten Riechproben“ wurde bereits darauf hingewiesen, daß sogenannte Futterwahlversuche durchgeführt wurden. Jede Anködierung der Ratten mit Futter stellt an sich eine Duftanlockung dar, da mit Sicherheit angenommen werden kann, daß die Fernwahrnehmung der Köder olfaktorisch erfolgt. Diese Art der Wahrnehmung ist natürlich vom Vorhandensein von Duftstoffen im Köder abhängig. So bot sich also die Möglichkeit an, durch ein entsprechend großes Angebot von Ködermitteln (meist Nahrungsmittel aus dem menschlichen Bereich) Vorzugsköder zu ermitteln und deren dufterzeugende Substanzen festzustellen. Im obengenannten Kapitel ist eine von Saling (1936) empfohlene Zusammenstellung von Ködern angegeben. Es läßt sich aber für die mitgeteilten Stoffe keine gemeinsame Linie finden.

Bei der euryphagen Ernährungsweise der Ratten ist dies nicht weiter verwunderlich. Die Ernährung der Tiere kann sowohl von Biotop zu Biotop verschieden sein, als auch jahreszeitlich differieren. So stellte Reiff (1951) z. B. fest, daß im Herbst von Ratten und Mäusen Fett und fettreiche Nahrung bevorzugt wird.

Die bis zur Aufnahme des Köders erfolgten Wahrnehmungen sind, wie schon erwähnt, vorwiegend olfaktorischer Art. Wird der Köder aber aufgenommen und gelangt in die Mundhöhle der Ratte, so tritt ein neuer Faktor auf: die Aromawirkung des Köders (Neuhaus 1952). In der Mundhöhle wird der Nahrungsbrocken durch die Geschmackspapillen geschmacklich perzipiert, außerdem gelangen Duftstoffe durch die Choanen in die Nase auf das Riechepithel. Da die Säuger nur vier Geschmacksqualitäten wahrnehmen können, spielt die Beurteilung der aufgenommenen Nahrung durch die Nase auf dem Wege über die Choanen eine sehr wichtige Rolle, sie ist sozusagen die Feinabstufung des Geschmacks. Man spricht vom „gustatorischen Riechen“, einem Zusammenwirken von Geruch und Geschmack.

Hat nun eine Lockspeise für die Ratten einen angenehmen Duft und guten Geschmack, so läßt sich nicht mehr mit Sicherheit aussagen, weshalb sie angenommen wird. Es kann dies genauso wegen ihres Geruches als auch wegen ihres Geschmacks sein, vermutlich gibt es viele Fälle, bei denen sogar das Zusammenwirken beider Faktoren ausschlaggebend ist. Aus diesem Grunde kann nach Neuhaus (1952) nicht von einer Anlockung durch einen bestimmten Köder, sondern nur von einer Bevorzugung eines Köders gesprochen werden.

Diesen Überlegungen entsprechend wurden den Tieren insgesamt 33 verschiedene Futterarten zur Wahl angeboten. Die Aufgabe bestand ebenso wie bei der Duftwahl darin, das Futterkreuz zu ersteigen und aus den jeweils drei angebotenen Futterarten und dem Kontrollhafer ihr Vorzugsfutter auszuwählen. Aus Tabelle 12 ist die Art und Herkunft der angebotenen Köder zu ersehen.

Tabelle 12: In den Futterwahlversuchen wurden den Tieren angeboten

<i>Cerealien oder Backwaren</i>	
Brot	
Vanillinzucker und Semmelbrösel	
Hafer	
<i>Molkereiprodukte</i>	
Butter	Limburger Käse
Camembert Käse	Liptauer Käse
Edamer Käse	Mainzer Käse
Eier gekocht	Milch
Romadur Käse	Roquefort Käse
<i>Fleisch und Fleischwaren</i>	
Darm roh	Preßack
Leber roh	Rindfleisch roh
Leberwurst	Speck
	Schweinefett
<i>Fisch und Fischwaren</i>	
Bücklinge	Räucherfisch
Fischmehl	Seefisch
Lachs	Süßwasserfisch
<i>Vegetabilien</i>	
Gelbe Rüben	Reis
Kartoffeln gekocht	Salatöl
Kartoffeln roh	Tomaten
Leg Korn	

Tabelle 13 zeigt die angebotenen Futterarten in der Reihenfolge der erreichten Punktzahl. Die mit einem Stern versehenen Substanzen konnten nur einmal angeboten werden. Es fällt auf, daß solche Stoffe an der Spitze stehen, die uns als stark „riechend“ bekannt sind, wie Limburger und Liptauer Käse, Seefisch roh und geräuchert, oder Substanzen, die Fettsäuren und deren Zerfallsprodukte enthalten.

In einer weiteren Reihe von Versuchen mußten die Tiere zwischen natürlichem Körperduft z. B. Emmentaler-Käse und dem künstlichen

Tabelle 13

1. Schweinefett*, Salatöl*, Edamer Käse*, Liptauer Käse ..	30,00 Punkte
2. Camembert Käse	25,00 Punkte
3. Limburger Käse, Seefisch	22,50 Punkte
4. Räucherfisch, Milch	17,50 Punkte
5. Fleisch	16,40 Punkte
6. Bückling	16,00 Punkte
7. Butter*, Ei*	15,00 Punkte
8. Gelbe Rüben	13,00 Punkte
9. Brot	8,75 Punkte
10. Lachs	8,40 Punkte
11. Mainzer Käse	8,30 Punkte
12. Hafer	5,45 Punkte
13. Kartoffeln*, Speck*, Romadur-Käse*	5,00 Punkte
14. Preßsack*, Tomaten* Roquefort-Käse*, Van. + Semmelbrösel*	2,00 Punkte

Duft der gleichen Speise wählen. Dabei zogen sie in 57 % aller Fälle das Naturfutter vor. Es wurden also jene Köder bevorzugt, die sowohl gut rochen als auch gut schmeckten, während solche, die nur olfaktorisch, aber nicht gustatorisch gut ansprachen, etwas vernachlässigt wurden. Immerhin ist der Unterschied zwischen beiden Gruppen so gering, daß wiederum das Vorherrschen der olfaktorischen Wahl erkennbar ist.

Die Futterwahlversuche ließen sich nur qualitativ auswerten. Eine Wägung der verzehrten Mengen war zwecklos, da feuchte Futterarten austrockneten oder die nicht gefressenen Ködermengen, so weit sie von einigermaßen fester Konsistenz waren, verschleppt wurden.

Die Ergebnisse wurden nach dem gleichen Punktsystem bewertet, das auch bei der Duftwahl angewendet wurde.

Die Eigenduftversuche

Nach Neuhaus kommen für die Ratten als biologisch interessante Düfte die Komponenten infrage, die sich im Hautgeruch der Tiere finden. Eine Anzahl verschiedener Drüsen der Ratten (Schaffer 1940) bildet Sekrete, die alle, zumindest bei ihrer Zersetzung, geruchlich wirksam werden. Außerdem sei noch an den Pfortengeruch (Löhrer 1924) erinnert, der bei den Ratten auch vorhanden ist, sich aber auf Anal- und Genitalpforte beschränkt.

Es lag nahe, den Ratten auch ihren Hautgeruch anzubieten. Ihn künstlich herzustellen, ist zur Zeit nicht möglich. Man kennt nur annähernd den Charakter dieser Düfte. Über Anteile und Anzahl der Komponenten ist nichts bekannt. Aus diesem Grunde war es notwendig, den natürlichen Geruch der Ratten zu verwenden. Nach einigen Vorversuchen erwies sich die nachfolgend beschriebene Anordnung als geeignet:

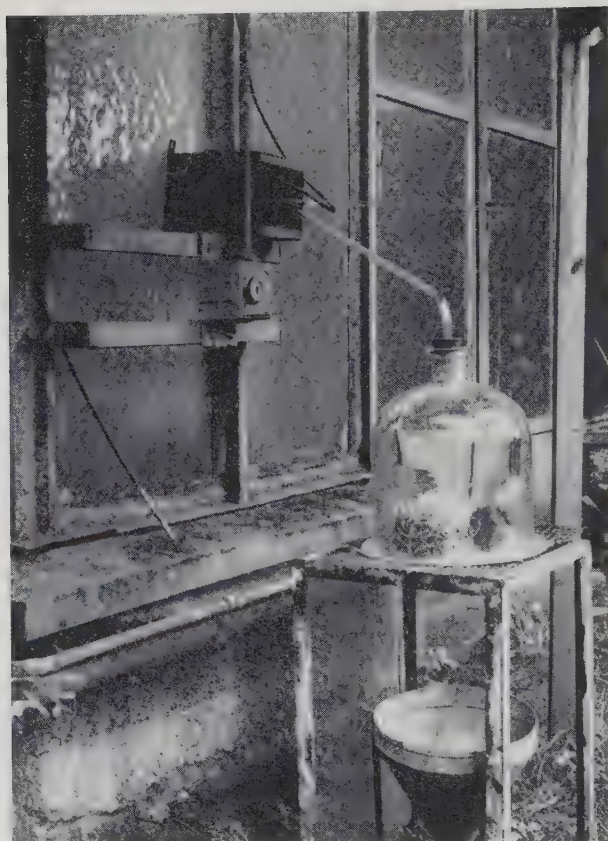


Abb. 6. Anlage zur Gewinnung von Ratteneigenduft

Eine Wanderratte wurde in eine Glasglocke gesetzt, die im Freien vor dem Glashauss auf einem Gestell stand (Abb. 6). Die Glocke war unten mit einem Maschendrahtboden abgeschlossen, durch den Kot und Urin in einen Behälter fielen, der sich im ausreichenden Abstand von der Glocke befand, um geruchlich dort nicht mehr in Erscheinung zu treten. Aus der Glocke führte nach oben ein gut abgedichtetes Glasrohr von 10 mm Durchmesser in das Glashauss hinein und dort auf das Futterkreuz, wo es unter einem der Futternapfe endete. Zwischen Käfig und Napf war eine Pumpe eingeschaltet, die die Frischluft durch die Glocke saugte und sie nach Vermischung mit dem Rattengeruch ins Glashauss transportierte, wo sie unter einem der Futternapfe ausströmte. Die Ratte, die als Duftspender diente, stammte aus dem gleichen Rudel wie die Versuchsratte im Glashauss. Ungünstige Umstände gestatteten nur wenige Versuche, in denen der Eigenduft

neben Proben künstlicher und echter Düfte angeboten wurden. Dabei zeigte sich nach den unten aufgeführten Ergebnissen nur eine gewisse Bevorzugung des Eigenduftes.

Die Menge des Hafers, den die Tiere von dem jeweils angebotenen Quantum fraßen, ist unten für die sieben verwendeten Duftstoffe angeführt.

Duftstoff	Verzehr : Angebot
1. Heptylsäureäthylester	66,66 %
2. Diazetyl	63,40 %
3. Eigenduft	52,30 %
4. Vanillin	46,70 %
5. Spanisch Hopfenöl	36,65 %
6. Kontrollhafer	24,65 %
7. Basengemisch	35,00 %

Der Eigenduft steht dabei an dritter Stelle von sieben Bewertungen.

Biotopeigene und individuelle Vorzugsgerüche

Die Ratten gelten im allgemeinen als Allesfresser. Diese Anschauung trifft jedoch nur bedingt zu, und zwar dann, wenn man die Art als ganze betrachtet.

Als Kulturfolger des Menschen verbreiteten sie sich über die ganze von Menschen bewohnte und genutzte Erde. Dabei kam es durch Bindung an bestimmte Biotope, die sich meist durch günstige Lebensbedingungen für die Ratten auszeichneten, zur Bildung von Rudeln und Populationen. Diese sind, von den jahreszeitlichen Wanderungen abgesehen, sesshaft. Die Ernährung dieser Populationen hängt natürlich von der Art des Nahrungsangebotes im jeweiligen Biotop ab. Da dessen Schwankungen oft gering sind, kann man behaupten, daß sich die Tiere biotopspezifisch ernähren. Rattenpopulationen aus Schlachthöfen nehmen z. B. vorwiegend Fleischkost zu sich, während sich Tiere aus Getreidespeichern oder Obstmarktgroßhallen vegetarisch ernähren. Populationen von Müllplätzen hingegen dürften die einzigen ausgeprägten Allesfresser sein. Von dieser „biotopspezifischen“ Ernährung gehen die Tiere nicht ab. Steiniger (1952) spricht in diesem Zusammenhang von „Festhalten an örtlichen Gewohnheiten und Traditionen“ und ist der Ansicht, daß die Tiere selbst bei Angebot von besserem Futter im gleichen Biotop bei der alten Futterart bleiben.

Beim Austesten einer größeren Anzahl von Tieren aus den verschiedensten Biotopen, wie in der vorliegenden Untersuchung, ist es möglich, daß sich die Biotopspezifität der Ernährung in irgendeiner Weise in den Ergebnissen der Duft- oder Futterwahl manifestiert. Dies ließ

Tabelle 14:
Verhältnis Haferverzehr zu Haferangebot bei drei Wanderratten in ‰

Angebotener Stoff	Tier 5/53	Tier KL 1	Tier 3/53
Hafer	39,38	40,80	23,77
Anisöl	56,66	—	—
Fenchel	46,20	60,00	33,33
Citral conc.	35,00	43,00	100,00
Rosenöl echt	50,00	—	—
Baldrian	36,66	48,33	7,50
Isovalerianaldehyd	38,88	31,66	—
Paraffinöl	41,66	—	—
APV	21,00	—	—
Paramethylchinolin	28,33	—	—
Isovaleriansäure	48,75	—	—
Tieröl	45,50	50,00	23,33
Buccolin	40,53	66,66	—
Terpineol	33,33	33,33	—
Vanillin	26,66	—	53,33
Cumarin	48,33	58,33	40,00
Eugenol	40,00	63,33	—
Moschus Keton	31,66	—	48,33
Önanth-Äther	55,00	55,00	—
Basengemisch	53,33	—	—
Indol	43,33	23,33	16,66
Moschus Rückstand	50,00	53,33	—
Rosmarinöl	36,00	—	40,00
Muscinon	66,66	—	—
Emmentaler Käse 7411	3,33	53,33	—
Kräuterkäse	70,00	—	—
Capronsäure	54,21	48,33	—
Käse 7090	63,33	50,00	—
Caprylsäure	66,66	—	53,33
Schafbutter 8745	66,66	16,66	—
Schafbutter 8520	66,66	53,33	—
Butter 8266 a	66,66	63,33	—
Schweineschmalz 7782	65,00	43,33	—
Butter 9339	60,00	3,33	—
Buttersäure 20 ‰	60,00	—	—
Buttersäure 15 ‰	38,23	—	46,66
Valeriansäure	51,66	—	—
Scatol	51,66	30,00	5,00
Basengemisch	23,33	51,66	—
Tetrahydroparamethylchinolin	16,66	—	—
Geraniol	—	3,33	—
Tilsiter Käse	—	28,33	—
Mirbanöl	—	43,40	—
Zibeth 6263 a	—	26,66	—
Moschus Tinktur echt	—	46,66	5,00
Castoreum	—	53,33	—
Spanisch-Hopfenöl	—	20,00	—
K 49/5 B	—	16,66	—
Rosenöl 10039	—	45,00	—
Hephtylsäureäthylester	—	60,00	—
Methyl-Salizylat	—	55,00	—
Spezial Lakton	—	53,53	—
Rosenöl 6014	—	38,33	—
Buttersäure conc.	—	—	45,00

sich nachweisen. Es zeigte sich erwartungsgemäß ein Zusammenhang zwischen Biotop und Futter- bzw. Duftwahl.

In Tabelle 14 steht eine Reihe von Duftstoffen zum Vergleich der von drei Wanderratten gefressenen Hafermengen. Hier fällt auf, daß die Tiere bei einzelnen Duftstoffen sehr unterschiedlich hohe Haferquanten fraßen. So betrug der Verzehr von Tier 3/53 46,10 %, von KL 1 60,00 % und von Tier 5/53 33,33 % der angebotenen Hafermenge bei Fenchelölduft. Beim Angebot von konzentriertem Citral differierten die Werte noch mehr: 35,00 % bei 5/53, 43,00 % bei KL 1, während Tier 3/53 den eingewogenen Hafer vollkommen aufgefressen hatte (100 %).

Im ganzen ist aus der Aufstellung zu sehen, daß sich die Hafermengen in den meisten Fällen bei Tier 5/53 und Tier KL 1 nicht allzu stark unterscheiden. Meist liegt der Unterschied innerhalb der 30 %-Grenze. Tier 3/53 weist hingegen Unterschiede bis 50 % und mehr gegenüber 5/53 KL 1 auf. Der Grund dürfte darin zu sehen sein, daß 5/53 und KL 1 aus dem gleichen Biotop (Schweinestall) stammen und somit von jeher schon Nahrung gleicher Art aufnahmen.

Bei 23 vergleichbaren Fraßmengen ist dieser Tatbestand 13mal feststellbar, was einer Häufigkeit von 56,50 % entspricht. Neben diesem Unterschied in der Duftwahl der Ratten, der durch die biotopspezifische Ernährung bedingt ist, lassen sich auch noch Differenzen in den Vorzugsgerüchen der einzelnen Tiere feststellen; dabei scheint die Rudelzugehörigkeit keine Rolle zu spielen. Man könnte hier von einem „individuellen Vorzugsgeruch“ der Einzeltiere sprechen. Tabelle 15 zeigt für jedes der drei vorgenannten Tiere die Anordnung der einzelnen Duftstoffe in der Reihenfolge ihrer Beliebtheit.

So sind z. B. die Vorzugsgerüche von Tier 5/53 solche, die sich durch Buttersäure-Note auszeichnen. Die Präparate Kräuterkäse, Caprylsäure, die beiden Schafbutterarten, Butter 8266 a, Schweineschmalz 7782 und Buttersäure in 20 % Lösung erreichen die höchsten Werte. Eine Ausnahme bildet das Muscinon, ein künstlicher Moschusduft, der ebenfalls gut angenommen wird. Den geringsten Annahmewert hat seltsamerweise aber auch ein Präparat mit Buttersäurenote, ein künstlicher Emmentalerduft mit 3,33 % Haferverzehr.

Tier KL 1 zeigt kein so einheitliches Bild hinsichtlich seiner Duftwahl. Hier steht der Räuchergeruch Buccolin neben dem Präparat Eugenol und Butter 8266 a an der Spitze. Es folgt ein ätherisches Öl, das Fenchelöl. Eine Reihe von fruchtig-blumigen Gerüchen, wie Methylsalizylat, Önanthäther und Cumarin schließt sich dann an. Zwei Düfte aus tierischen Drüsen setzten die Reihe fort; Moschus-Rückstand und Castoreum. Nach einem gewürz-ähnlichen Geruch, dem Spezial-

Tabelle 15:

Verhältnis Haferverzehr zu Haferangebot bei drei Wanderratten in %

Angebotener Stoff	Tier KL 1	Tier 3/53	Tier 5/53
Buccolin	66,66	40,54	—
Eugenol	63,33	40,00	—
Butter 8266 a	63,33	66,66	—
Fenchel	60,00	—	33,33
Hepthylsäureäthylester	60,66	—	—
Cumarin	58,33	48,33	40,00
Önanth-Äther	55,00	—	—
Methylsalizylat	55,00	—	—
Moschus Rückstand	53,33	50,00	—
Emmentaler Käse	53,33	3,33	—
Schafbutter 8520	53,33	66,66	—
Castoreum	53,33	—	—
Spezial Lakton	53,33	—	—
Basengemisch	51,66	—	—
Tieröl	50,00	45,50	23,33
Käse 7090	50,00	—	—
Baldrianöl	48,33	36,66	7,50
Capronsäure	48,33	—	—
Moschustinktur echt	46,66	—	5,00
K 49/5 B	45,00	—	—
Mirbanöl	43,40	—	—
Schweineschmalz 7782	43,33	—	—
Hafer	43,00	—	100,00
Citral conc.	40,80	—	23,77
Rosenöl 6014	38,33	—	—
Terpineol	31,33	33,33	—
Isovaleraldehyd	31,66	38,88	—
Scatol	30,00	—	5,00
Tilsiter Käse	28,33	—	—
Zibeth 6263 a	26,66	—	—
Indol	23,33	43,33	14,66
Spanisch Hopfenöl	20,00	—	—
Schafbutter 8745	16,66	66,66	—
Rosenöl 10 039	16,60	—	—
Butter 9339	3,33	—	—
Garaniol	3,33	—	—
Kräuterkäse	—	70,00	—
Rosenöl echt	—	50,00	—
Isovaleriansäure	—	48,75	—
Fenchelöl	—	46,20	—
Tetrahydroparamethylchinolin	—	43,00	—
Vanillin	—	—	53,33
Caprylsäure	—	—	53,33
Moschus Keton	—	—	48,33
Buttersäure 15 %	—	—	46,66
Buttersäure conc.	—	—	45,00
Rosmarinöl	—	—	40,00

Lakton, folgen dann erst die nächsten buttersäure-ähnlichen Duftproben: Emmentaler und Schafbutter 8520 mit je 53,33 % Verzehr. Auch bei Tier KL 1 hat eine Buttersäurekomposition den geringsten

Annahmewert: das Präparat Butter 9339 mit nur 3,33 % neben dem Duftstoff Geraniol, für den ebenso der Wert 3,33 errechnet wurde.

Bei Tier 3/53 steht Citral concentriert mit 100 % Verzehr des angebotenen Hafers an der Spitze. Vanillin und Caprylsäure folgen mit je 53,33 %. Diese beiden Duftstoffe haben nichts Gemeinsames hinsichtlich ihrer Duftnote. Während Vanillin vanilleartig-süß riecht, hat Caprylsäure eine ausgeprägte Fettsäurenote.

Die weitere Reihenfolge der Duftstoffe ist wie folgt: Buttersäure 15 % 46,66 %, Buttersäure konzentriert 45,00 %, Rosmarinöl und Cumarin mit je 40,00 %, Fenchel mit 33,33 %, Tieröl mit 23,33 %, Indol mit 16,66 %. Dann erfolgt ein Sprung auf 7,5 % bei Baldrian, während Zibeth 6263 a und Moschustinktur echt mit je 5,00 % Verzehr des vom angebotenen Hafer den Abschluß bilden.

Die beiden Duftstoffe mit dem geringsten Annahmewert sind hier Gerüche animalischer Drüsensekrete: Moschus und Zibeth, die hier beide nicht als synthetische Produkte, sondern als echte Duftstoffe angeboten wurden. Beide Stoffe erreichen sonst bei allen anderen Auswertungsarten mindestens Mittelplätze. Bei den Hausratten liegen die Verhältnisse ähnlich. Die Tabelle 16 zeigt den Unterschied im Haferverzehr der Hausratten H 1, H 2 und H 3 für die einzelnen Duftstoffe, in der Reihenfolge ihrer Annahme (Punktbewertung der Duftproben, errechnet nach der Menge des verzehrten Hafers). Es ist unschwer zu erkennen, daß Tier H 1 Isovalerianaldehyd, Citral concentriert, Tetrahydroparamethylchinolin und Indol besonders schätzt. Tier H 2 zieht K 49/5 B, Rosenöl, echte Moschustinktur und Spezial Lakton vor, während bei Tier H 3 Fenchelöl und Mirbanöl an der Spitze stehen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß bei den Wanderratten von den Angehörigen der gleichen Population unter den zur Wahl angebotenen Duftstoffen solche bevorzugt wurden, die den Tieren vermutlich aufgrund ihrer biotopspezifischen Ernährungsweise bekannt waren, oder sonst in irgendeiner Beziehung zum Lebensraum der Tiere standen. Man könnte in diesem Falle von „biotopeigenen“ Gerüchen sprechen, die von allen Bewohnern des gleichen Biotops vorgezogen werden, bei gleichzeitigem Vorhandensein von „individuellen“ Vorzugsgerüchen der einzelnen Tiere.

Für die in den Versuchen verwendeten Hausratten konnten nur die individuellen Vorzugsgerüche aufgezeigt werden (Tab. 16). Biotopeigene Vorzugsgerüche ließen sich aus den nicht sehr umfangreichen Unterlagen die von den Hausratten zur Verfügung standen, nicht ermitteln. Es kann aber angenommen werden, daß auch die Hausratten eine Vorliebe für Düfte haben, die in irgendeiner Beziehung zu ihrem Lebensraum stehen.

Tabelle 16: Punktbewertung der Duftproben, errechnet nach der Menge des verzehrten Hafers, Hausratte H 1, H 2 und H 3

Angebotener Stoff	Punkte	Angebotener Stoff	Punkte
H 1		H 2	
Isovalerianaldehyd	50,00	K 49/5 B	63,33
Citral conc.	45,00	Rosenöl	63,33
Tetrahydro-		Moschustinktur echt	60,00
paramethylchinolin	43,00	Hafer	56,10
Indol	40,00	Spezial Lakton	55,00
Buccolin	36,00	Scatol	46,66
Moschustinktur echt	36,00	Methylsalizylat	36,00
Spezial Lakton	35,00	Castoreum	35,83
Geraniol	33,33	Anisöl	33,33
Hafer	32,22	Butter 9339	26,66
Butter 8266 a	30,00	Rosenöl	20,00
Isovaleriansäure	26,66	Schweineschmalz	6,66
Rosenöl	26,66	Buccolin	6,66
Fenchel	26,66	Zibeth echt	3,33
Hepthylsäureäthylester	23,33	Spanisch Hopfenöl	3,33
Emmentaler Käse	21,66	Schafbutter 8520	3,33
Terpineol	20,00	Tilsiter Käse	3,33
Citral 30 %	20,00		
Spanisch Hopfenöl	18,33	H 3	
Buttersäure 7,5 %	16,66	Moschus Keton	50,00
Schafbutter 8745	16,66	Butter 9339	43,00
Moschus Rückstand	16,66	Fenchel	36,00
Buttersäure 30 %	13,33	Mirbanöl	35,00
Cumarin	12,49	Indol	26,66
Rosenöl 10 039	11,66	Hafer	25,00
Methylsalizylat	11,66	Cumarin	21,66
Mirbanöl	8,33	Zibeth 6263 a	21,66
Baldrianöl	8,00	Paramethylchinolin	20,00
Bittermandelöl	6,66	Baldrianöl	17,50
Zibeth echt	6,66	Eugenol	16,66
Eugenol	6,66	Capronsäure	15,00
Kräuterkäse	5,00	Buttersäure 30 %	11,66
Valeriansäure	3,33	Tieröl	10,00
Schafbutter 8520	3,33		
Tieröl	3,33		

Zur Deutung der Versuchsergebnisse

So genau wie möglich wurde versucht, die Duftwahlen bei Wander- und Hausratte quantitativ auszuwerten. Bei der Mannigfaltigkeit der verwendeten Duftproben war eine rechnerisch-statistische Auswertung kaum möglich und hätte bei der Streuung aller Werte auch nicht zu gesicherteren Aussagen geführt. Um so bemerkenswerter erscheint deswegen, daß kennzeichnende Unterschiede zwischen Wander- und Hausratte sich nach verschiedenen Auswertemethoden aufzeigen ließen.

Bei der Erörterung der Ergebnisse ist die Stellung der Ratte bei der Duftwahl zu beachten. Die geringe Luftbewegung im Glashaus war im

ganzen nach oben gerichtet, da die Innenluft durchweg etwas wärmer war als die Außenluft, nach oben durch die Luftklappen entwich und unten durch kühlere Außenluft ersetzt wurde. Infolgedessen kamen die Versuchstiere nicht in den engeren Duftbereich des Versuchskreuzes, solange sie sich am Boden aufhielten. Erst wenn sie die Leiter erkletterten, näherten sie sich den Duftquellen und nahmen sie wahr. In der Mitte des Kreuzes stand das Versuchstier also vor einer neuen Geruchssituation, wodurch der Einwand, die Tiere hätten nach Anbringen der Duftstoffe diese ständig riechen können und wären sehr weitgehend durch Reizgewöhnung schon lange vor der Wahl abgestumpft, entkräftet wird. Die Erstwahl kann also als Entscheidung in einer subjektiv neu aufgetauchten Geruchssituation gelten. Hierbei mag in manchen Fällen der Geruchskomplex in der Mitte des Kreuzes vom Tier nicht genau geprüft worden sein. Es ist „zufällig“ oder durch Nebenreize gelenkt, in irgendeine Richtung gelaufen. Bei der Aufmerksamkeit der Ratten gegenüber neuen Verhältnissen in ihrer Umgebung dürften die Versuchstiere meistens aber erst nach einer Geruchsprüfung der Lage eine Richtung gewählt haben. Welche wird bevorzugt? Die sehr hungrige Ratte wird vielleicht einem schon bekannten Geruch, bei dem sie früher Futter gefunden hat, den Vorzug geben. Überwiegt die besonders bei jüngeren Ratten zu beobachtende Neugier, so wendet sich das Tier vermutlich einem unbekannten Duft zu. Wird durch störende Außenreize die Neugier unterdrückt, so kommen nur bisher bekannte infrage. Aus diesen Bemerkungen mag hervorgehen, daß die Duftwahl einer Ratte je nach den Begleitumständen ganz verschieden ausfallen kann. Hinzu kommen noch Unterschiede zwischen den Individuen. Eine stetige Bevorzugung bestimmter Gerüche ist also nicht zu erwarten. Im Durchschnitt sollte bei der Futter Suche der Wanderratte einerseits eine Geruchsklasse, die dem biotopspezifischen Futter anhaftet, andererseits eine Duftgruppe, die wegen ihrer Ähnlichkeit mit dem Ratten-Eigenduft vertraut anmutet, bevorzugt werden. Für die Hausratte gilt Entsprechendes, wobei der Geruch des Futters eine andere Note hat. Die oben dargelegten Befunde entsprechen in der Bevorzugung der Fettsäure-Gruppe und in der ziemlich weiten Streuung der Wahlen durchaus diesen Überlegungen. Man darf daraus folgern, daß weder für die Wander- noch für die Hausratte ein spezieller Geruch in allen Situationen anlockende Wirkung ausübt. Dies geht auch aus der verhältnismäßig großen Anzahl von Duftstoffen hervor, die von den Ratten „bevorzugt“ angenommen werden. Zur Ordnung der Vorzugsdüfte konnte nicht nur die charakteristische Duftnote, sondern auch die chemische Konstitution der Duftstoffe als weiteres Kriterium herangezogen werden.

Die Strukturformeln der ermittelten Vorzugsgerüche

Daß zwischen chemischer Konstitution eines Stoffes und seinem Geruch gewisse Zusammenhänge bestehen, ist bekannt. Für die spezielle Duftnote einer riechenden Substanz ist nicht nur die Anordnung bestimmter Atomgruppen im Molekül wichtig, sondern die Stellung einzelner Atome kann schon entscheidend sein, wie dies Moncrieff (1951) zuletzt zusammenfassend dargestellt hat. In Tabelle 17 sind die bevorzugten Düfte in fünf Gruppen geordnet, wobei alle ähnlich riechenden Stoffe zusammengefaßt wurden. Die Riechproben mit „fett-säureähnlichem“ Charakter stehen mit 16 Präparaten weit an der Spitze. Dann folgen 10 Düfte, die man als „fruchtig-blumig“ klassifizieren kann, 9 Stoffe mit „animalischer“ Note schließen sich an. Alle „bitter-phenolartig“ riechenden ergaben die Gruppe der „phenolartigen“ mit 8 Vertretern. Anis-, Fenchel- und Mirbanöl waren schwierig in den vorhergehenden Gruppen unterzubringen und wurden daher zu einer Sondergruppe zusammengefaßt.

Um Aufschluß über die Zusammengehörigkeit der Riechproben im chemischen Sinn zu erhalten, wurden bei den reinen Stoffen die chemischen Strukturformeln verglichen. Außerdem wurde versucht, Beziehungen zwischen den Strukturformeln der Riechproben und den

Tabelle 17: Zusammenstellung der Vorzugsgerüche nach ihren Duftnoten

<i>Fettsäureähnlich</i>	<i>Fruchtig-blumig</i>
Buttersäure	Önanthäther
Valeriansäure	Cumarin
Isovaleriansäure	Citral
Capronsäure	Vanillin
Caprylsäure	Geraniol
Isovalerianaldehyd	Rosenöl 10 039
Butter 8266 a	Eugenol
Butter 9339	Spezial Lakton
Diacetyl	Terpineol
Schafbutter 8745	
Schafbutter 8520	<i>Animalisch</i>
Emmentaler Käse 7411	Castoreum
Tilsiter Käse	Spanisch Hopfenöl
Käse 7090	Moschustinktur echt
Schweineschmalz 7782	Moschus-Rückstand
Hepthylsäureäthylester	Muscinon 6365 a
	Moschus Keton
<i>Phenolartig</i>	Zibeth echt
K 49/5 B	Zibeth 6263a
Paramethylchinolin	
Indol	<i>Sondergruppe ätherische Öle</i>
Buccolin	Anisöl
Scatol	Fenchöl
Tieröl	Mirbanöl
Tetrahydroparamethylchinolin	
Basengemisch	

62 principles von Moncrieff aufzuzeigen. Für zahlreiche Fälle ist dies auch gelungen, vor allem bei den chemisch definierten Duftstoffen.

Bei den Stoffgemischen, soweit sie chemisch definiert waren, konnte nur die Zusammensetzung aus den Einzelkomponenten und bestenfalls deren prozentuale Anteile angegeben werden. Für die Handelspräparate unter den Riechproben, wie z. B. Butter-, Käse- und Schmalzgerüche wurden keine Angaben der Hersteller gemacht. Es konnte deshalb nur aus den Duftnoten der Präparate auf ihre Einzelkomponenten geschlossen werden.

Eine übersichtliche Ordnung ergab sich bei den Duftstoffen mit Fettsäurecharakter, während bei den anderen Gruppen die Zusammenhänge nicht so deutlich waren. Deswegen ist allein die erste Gruppe im folgenden aufgeführt.

Die fettsäureähnlichen Gerüche

Buttersäure: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2 \cdot \text{COOH}$

Valeriansäure: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3 \cdot \text{COOH}$

Isovaleriansäure: $\text{CH}_3 \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{CH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$

Capronsäure: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6 \cdot \text{COOH}$

Caprylsäure: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8 \cdot \text{COOH}$

Isovalerianaldehyd: $(\text{CH}_3)_2 \text{CH} - \text{CH}_2 - \overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}} = \text{O}$

Diacetyl: $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_3$ ein Diketon

Handelspräparate

Butter 8266 a

Butter 9339

Schafbutter 8745

Schafbutter 8520

Emmentaler Käse

Tilsiter Käse

Käse 7090

Schweineschmalz 7782

Der Hephthylsäureäthylester wurde mit bei den Fettsäureähnlichen angeführt. Nach Moncrieff (1951) sollte er unter den fruchtigblumigen Stoffen stehen („... Esters have fragrant fruity odours.“ ...) Neuhaus (1955) ist jedoch folgender Ansicht: „Unter den Riechstoffen spielen die Fettsäureester eine Rolle. Sie nehmen im Vergleich zu den Fettsäuren untereinander eine nächstniedere Stufe der Ähnlichkeit zu diesen ein, was chemisch und im gewissen Maße auch geruchlich gilt.“ In der Tat ist beim Hephthylsäureäthylester noch fettsäureähnlicher Geruch festzustellen.

Bei den angeführten Fettsäuren ist die geruchliche und chemische Ähnlichkeit unbestreitbar.

Im Geruch des Isovalerianaldehyd ist der Fettsäurecharakter deutlich erkennbar, aber mit einer fruchtigen Note kombiniert. Das Diketon Diacetyl ist eine Komponente aus dem Buttergeruch. Die Ketone sollen

nach Moncrief's principle 23 im allgemeinen angenehm riechen. Bei Diacetyl ist dies aber nicht der Fall, es riecht fettsäureähnlich.

Die Zusammensetzung der acht Handelspräparate ließ sich nicht feststellen. Übereinstimmend kann von allen gesagt werden, daß sie eine gut wahrnehmbare Buttersäurenote haben.

In entsprechender Weise wurden auch die anderen Riechkörpergruppen in ihrer chemischen Konstitution verglichen.

Man kann, ohne daß dies im einzelnen weiter ausgeführt ist, eine Entsprechung zwischen chemischer Konstitution und geruchlichem Verhalten der Ratten feststellen. Dies geht allerdings nicht so weit, daß man allein mit Hilfe einer chemischen Formel das Geruchsverhalten der Ratte voraussagen könnte.

Die Bedeutung der ermittelten Vorzugsgerüche für die Ratten

„Das Leben der Ratten wird weit mehr, als man im allgemeinen annimmt, von Geruchsreizen gelenkt“ (Neuhäus).

Die Zahl der infrage kommenden Geruchsstoffe ist sehr groß. Bei genauer Betrachtung läßt sie sich jedoch einengen, zumindest dann, wenn man nur die Gerüche betrachtet, die für die Ratten biologisch wichtig sind. Besonders wichtig sind jene Duftstoffe, die von den Ratten im Rahmen der Ernährung und Fortpflanzung sowie der Revierverteidigung perzipiert werden. Dabei handelt es sich fast ausnahmslos um Mischgerüche.

Der wichtigste unter diesen dürfte der Eigengeruch der Ratten selbst sein.

Die Fettsäuren, die in den Versuchen bevorzugt angenommen wurden, wie Buttersäure, Capron-, Capryl-, Valerian- und Isovaleriansäure, sind Komponenten des Hautgeruches der Ratten. Sie entstehen beim Abbau der Drüsensekrete aus Schwanz-, Anal-, Gehörgang- und Circumoraldrüsen, die Schaffer (1940) beschrieben hat. Dabei können noch Isovalerianaldehyd, die Ester der Hepthylsäure und sekundär beim Abbau der Drüsensekrete u. U. Önanthäther, der Caprin- und Caprylsäure enthält, auftreten.

Auch die phenol-ähnlichen Stoffe lassen sich eingliedern in den Geruchskomplex, der den Ratten anhaftet. Es sind hier vor allem Indol, Scatol, Eugenol und Paramethylchinolin zu nennen. Indol und Scatol werden von den Ratten im intermediären Stoffwechsel gebildet. Sie entstehen beim Abbau des Eiweißes durch Mikroorganismen (*Bacillus putrificus*) bei der sogenannten Eiweißfäulnis im Dickdarm der Tiere. Ein Teil der entstehenden Fäulnisprodukte wird resorbiert. Die Benzolderivate unter ihnen sind jedoch schädlich für den Organismus und

werden durch Schwefelsäure oder Glukuronsäure auf dem Wege der Esterbildung entgiftet. Die gebildeten Ester werden mit dem Harn ausgeschieden. Da die Ratten zum Markieren ihrer Wechsel ständig kleine Harntröpfchen benötigen, ist die Umgebung der Harnröhre meist etwas harnfeucht und die Harnduftstoffe können so leicht abgegeben werden, wozu die Körperwärme und die Behaarung der Tiere (Oberflächenvergrößerung) beitragen.

Die fäkale Geruchsnote des Kotes ist wohl auch bei Ratten auf Scatol, Indol und anderes zurückzuführen. Nach L ö h n e r (1924) ist beim Individualgeruch zwischen dem Hautgeruch, sowie dem Regional- und Pfortengeruch zu unterscheiden. Dazu kommt noch der sogenannte externe und interne Beigeruch. Alle diese Gerüche sind auch bei den Ratten vertreten. Die Komponenten des Hautgeruches, vorwiegend Fettsäuren, wurden am Anfang dieses Abschnittes aufgezählt. Die Pfortengerüche sind am ausgeprägtesten an der Anal- und Genitalpforte. Die Geruchsstoffe der Faeces ergeben zusammen mit den Duftkomponenten des Analdrüsensekretes einen Mischgeruch, den der Analpforte. Gleicherweise tragen die Duftstoffe aus dem Rattenharn zusammen mit denen der eiweiß- und fetthaltigen Praeputialdrüsen bzw. Clitorisdrüsen zum Pfortengeruch der Genitalpforte bei. Als Regionalgeruch kann der Duft bezeichnet werden, der vom hinteren Drittel der Bauchunterseite der Ratten abgegeben wird. Er setzt sich wahrscheinlich aus zwei Duftstoffgruppen zusammen. Die eine Gruppe ist jene, in welcher man die Düfte der Genitalpforte zusammenfassen kann, die andere Gruppe setzt sich aus Duftstoffen zusammen, die den Markierungspolstern zugeschrieben werden können. Da die Ratten ihre Wechsel markieren, indem sie ihre Bauch-Genitalregion kurz auf die zu markierende Unterlage abstreifen, bleibt mit Sicherheit auch etwas vom intensiv riechenden Polsterduft an der Ratte hängen. Der so entstehende Mischgeruch ergibt den Regionalgeruch der Bauchseite der Ratte.

Alle diese obengenannten Gerüche zusammengefaßt, ergeben einen Mischgeruch, der jeder Ratte, ohne Rücksicht darauf, in welchem Biotop sie lebt, anhaftet.

Der „externe“ Beigeruch ist bei den Ratten nachzuweisen als „biotopspezifischer Geruch“. Je nach dem Biotop, in dem die Ratten leben, haftet ihnen ein charakteristischer Geruch an, der schon von Mikrosmaten wahrgenommen werden kann. Schweinestallratten riechen intensiv nach dem Schweinekot, Ratten in Fischkühlhäusern nach Trimethylamin, Tiere, die in Fischräuchereien leben, nach Buccolin und ähnlichem, andere, die ich auf einer Regnitzinsel fing, und die oft im Wasser schwammen, hatten den Geruch des verunreinigten Flußwas-

sers an sich. Allein bei der Vielzahl von Geruchskomponenten, die den biotopspezifischen Beigeruch bilden können, dürfte es kaum einen der im Rahmen dieser Untersuchungen ausgewählten Stoffe geben, der nicht vertreten ist.

Der „interne Beigeruch“ ist bedingt durch die biotopspezifische Ernährung der Ratten. Je nach Art der aufgenommenen Nahrung ergeben sich geruchlich wirksame Stoffwechsel- und Stoffwechselendprodukte, die für das entsprechende Rattenrudel gleich sind.

Das soziale Verhalten der Ratten wird weitgehend von Geruchsreizen beeinflusst, die auf dem Individualgeruch der Tiere beruhen. Die Erkennung der Angehörigen eines Rudels untereinander erfolgt nur am Geruch. Nach den gemachten Ausführungen über Individual- und Biotopgerüche ist dies ohne weiteres möglich. Steiniger stellt z. B. fest, daß junge Ratten, die man eine Zeitlang aus dem Wurf herausnimmt und anschließend wieder einsetzt, vom Alttier nicht mehr angenommen werden, mit großer Wahrscheinlichkeit deshalb, weil die herausgenommenen Jungtiere nicht mehr die gleiche Geruchsnote haben wie die Zurückgebliebenen.

Gelangt eine Ratte zufällig oder absichtlich in das Revier eines fremden Rudels, so wird sie am Geruch von den Rudelangehörigen als „fremd oder feindlich“ erkannt und angegriffen. Der fehlende Biotopgeruch des eigenen Rudels, bzw. der unbekannte Biotopgeruch der Fremdratte löst Abwehrverhalten der Revierbesitzer aus. Kann sich der Eindringling nicht mehr entfernen, so endet der Kampf meistens tödlich für ihn. Angehörige des eigenen Rudels hingegen bleiben, da sie alle den gleichen Körpergeruch haben, grundsätzlich unbelästigt. Diese Verhaltensweise wird nicht nur bei Ratten durch Geruchsreize ausgelöst, sondern auch bei anderen Nagerarten. Für den Hamster ist z. B. bekannt, daß er schon Drohestellung annimmt, wenn er in seinem Revier nur Geruchsspuren eines revierfremden Tieres wahrnimmt. Die schon wiederholt erwähnte Duftmarkierung dient u. a. zur Abgrenzung des Reviers. Im Revier selbst sind alle Wechsel, die zu Wohn-, Futter-, Tränk- und Kotplätzen führen, genau markiert. Die Ratten markieren, wie bereits erwähnt, indem sie ihre Bauch- und Genitalregion auf einer markanten Unterlage anstreifen. Nach Reiff (1956) vermischen sich dabei kleine Mengen Harn mit Sekreten aus dem Genitale der Tiere, sowie Hautschuppen, Haare und Talg. Dieser ganze Komplex von Stoffen wird bald oxydativ und bakteriell verändert und hat einen ganz spezifischen Geruch. Es könnten dabei m. E. Düfte entstehen, die eine Duftnote in Richtung Eugenol und Paramethylchinolin haben. Von diesem Polsterduft weist Reiff (1956) nach, „daß er von den Ratten auf 2 bis 3 m Entfernung wahrgenommen wird und ihm die Tiere so-

fort großes Interesse entgegenbringen“. An Hand dieser stark riechenden „Polster“, die an allen markanten Stellen der Wechsel angebracht werden, orientieren sich die Tiere im Dunkel geruchlich. Wird z. B. durch eine Rattenbekämpfung ein Revier entvölkert und anschließend von neu zugewanderten Ratten wieder besiedelt, so halten sich die Neankömmlinge an die Wechsel ihrer Vorgänger und markieren sie neu.

Im Verhalten der Ratten spielt noch der sogenannte „Angstgeruch“ eine Rolle. Er ist noch nicht nachgewiesen worden, jedoch kann auf sein Vorhandensein mit Sicherheit geschlossen werden, wenn man das Fallenverhalten der Ratten betrachtet. Es ist praktisch nicht möglich, Ratten in Lebendfallen zu fangen, wenn diese vorher schon mit Artgenossen besetzt waren. Selbst gründlichste Reinigung oder ausräuchern der Fallen hilft diesem Umstand nicht ab. Die Tiere geraten nach dem Fang in der Falle in ein starkes Excitationsstadium und versuchen, sich wieder aus der Falle zu befreien. In diesem Erregungsstadium geben sie wiederholt Urin ab. Da die Ratten jedoch keine Schweißdrüsen haben, kommt für die Ausscheidung derartiger Stoffe, die vermutlich für sie geruchlich wahrnehmbar sind, nur der Harn infrage.

Für einen großen Teil der Düfte, die fruchtig-blumig riechen, kann keine Erklärung gegeben werden, warum sie für die Ratten von Interesse sind. Es liegen nur rein empirische Feststellungen aus der Praxis der Rattenbekämpfung vor, die besagen, daß Köder, die mit Rosenöl, Vanillezucker, Fenchel- oder Anisöl versetzt sind, besser angenommen werden als unbeduftete.

Nach L ö h n e r können Polymerisationsprodukte, die durch Zersetzung und Abbau der Hautsekrete neben Aldehyden entstehen, süß riechen. Somit könnte für Düfte wie Citral, Cumarin und Geraniol annähernd eine Erklärung gefunden sein.

Die Abhängigkeit einer Nahrungswahl von Geruchsfaktoren wurde bereits im Kapitel über die Futterwahl der Ratten eingehend besprochen.

Nach dem oben Ausgeführten ist unschwer verständlich, daß eine ganze Anzahl der in den Versuchen angebotenen Duftstoffe die Haus- und Wanderratten zu positiven Reaktionen (Hinwendung zum Futter, Aufnahme einer größeren Futtermenge) veranlaßte und vor allem geben die besprochenen Tatsachen auch Hinweise, warum dies geschah.

Zusammenfassung

Es wurden die Reaktionen von 21 Wander- und 5 Hausratten auf 58 verschiedene natürliche und synthetische Duftstoffe untersucht. Da-

bei ergab sich, daß Wanderratten eindeutig Gerüche mit fettsäureähnlicher Duftnote bevorzugen. Für die Hausratten ließ sich kein Vorzugsgeruch sicher ermitteln. Die Vorzugsgerüche der Wanderratten konnten in „biotopeigene“ und „individuelle“ eingeteilt werden. Durch Anbieten von Eigenduft lebender Rudelangehöriger wurde ermittelt, daß Ratteneigenduft auf Angehörige des gleichen Rudels mäßig anlockend wirkt. In Futterwahlversuchen zeigte sich, daß sich bei Wanderratten solche Nahrungsmittel größter Beliebtheit erfreuten, die fettsäureähnlich oder käseartig rochen und schmeckten. Bei gleichzeitigem Angebot eines natürlichen Köders und des künstlichen Duftes des gleichen Köders wurde in 57 % aller Fälle das Naturprodukt vorgezogen. Die zuletzt besonders von Moncrieff untersuchten Beziehungen zwischen Duftnote und chemischer Konstitution zeigten sich auch für die Ratten als zutreffend. Auf die biologische Bedeutung der bevorzugten Riechstoffe für die Ratten wurde hingewiesen.

Summary

The response of 21 brown rats and 5 house rats to 58 different natural and synthetic scents was examined. It was found that brown rats decidedly favor fatty acid-type scents. No preferential scent could be ascertained in the case of house rats. The scents preferred by the brown rats could be classified as "environmental" and "individual" scents. In offering body odor of living members of the population, it was found that rat body odor is moderately attractive to members of the same population. Food selection tests showed that foodstuffs tasting or smelling of fatty acids or cheese are most popular with brown rats. When simultaneously offered a natural bait and the synthetic scent of the same bait, the natural product was preferred in 57 per cent of all cases. It was found that the relationship between scent and chemical structure finally examined particularly by Moncrieff is also applicable to rats. The biological significance of the scents preferred by the rats has been pointed out.

Literaturverzeichnis

- Adrian, E. D. (1953): Sensory messages and sensation; The response of the olfactory-organ to different smells. — *Acta physiol. Scand.* (Stockh.) 29, 5—14.
- Anderson, J. W. (1954): The production of ultrasonic sounds by laboratory-rats and other mammals. — *Science* 119, 808.
- Autrum, X. (1950): Die Reizschwelle der Sinnesorgane. — *Umschau* 50, 5.
- Becker, K. (1951): Zur Frage der Rudelbildung und Revierbegrenzung bei der Wanderratte. — *Z. hyg. Zool.* 39, 81—91.

- (1949): Wirkt „Muscal“ anlockend auf Ratten. — Desinfekt. und Schädlingsbek. 41, 80.
- Beilstein: Handbuch der organischen Chemie. 4. Aufl., Bd. 1.
- Cohn, G. (1924): Die Riechstoffe. Braunschweig.
- Davis, D.E., Stokes, A.W. (1948): Studies on home-range in the Brown Rat. — J. Mamm. Baltimore 29, 207—225.
- Dethier, V.G. (1947): Chemical insect attractants and repellents. Philadelphia and Toronto.
- Dostal, B. (1958): Riechfähigkeit und Zahl der Riechsinneselemente bei der Honigbiene. — Z. vergl. Physiol. 41, 179—203.
- Ehrlich, H.: Die Biologie der Ratte in Zahlen. Forschungslabor der Chem. Fabrik Delitia in Delitzsch.
- Fibl-Eibesfeldt, v.I. (1958): Das Verhalten der Nagetiere. — Handb. der Zoologie 8. Bd., 12. Lfg., 1—88.
- Ershova, I.P. (1952): Über einige Besonderheiten der Geruchsrezeption bei Nagern. — Zool. J. Moscow, 31, 146—149.
- Fischer, E. und Pentzoldt, F. (1886): Über die Empfindlichkeit des Geruchssinnes. — Biol. Zbl. 6, 61—64.
- Gaffrey, G.: Zum Problem der Duftanlockung bei Ratten. — Anz. Schädlingsk. 11, 53—168.
- Gildemeister und Hofmann: Die ätherischen Öle. 3. Aufl., Bd. 1 mit 3.
- v. Graffe (1921): Handbuch der organischen Warenkunde Bd. III, 1. (Riechstoffe) Stuttgart.
- Gerberetzoff, M.A. (1953): L'olfaction Structure de l'olfactif et mécanisme de l'olfaction. — J. de Physiol. 45, 247.
- Gruch, W. (1957): Über die Riechfähigkeit bei der Wanderratte. — Zool. J. Abt. Allg. Zool. u. Physiol. 67, 65—80.
- Habs und Heinz (1951): Beitrag zur Biologie freilebender Ratten. — Z. hyg. Zool. 39, 65—81.
- Hainer, R.H. (1954): An information theorie of olfaction.
- Hager: Handb. der Pharmazeutischen Praxis, Bd. 1 und 2, Ergänzungsbd., 2. Ergänzungsbd., Teil 1 und 2.
- Hebb, P.O. (1938): Behavior of the rat in the field orientation. — J. comp. Psychol. 25, 333—353.
- Henning, H. (1924): Der Geruch, Leipzig.
- Hermann, G. (1948): Beiträge zur Physiologie des Rattenauges. — Z. für Tierpsych. 15, 462—517.
- Herold, W. (1953): Über Wanderbewegung der Wanderratten. — Anz. Schädlingsk. 5.
- Jellinek, P. (1951): Die psychologischen Grundlagen der Parfümerie, Heidelberg.
- Johnston (1953): Infra-red loss theory of olfaction untenable. — Physiol. Zool. 26, 266—273.
- Kleinschmidt, A. (1938): Beobachtungen an Haus- und Wanderratten. — Z. Naturw. Halle/S. 92, 86—96.
- Larina, N.J. (1952): Über die Rolle der Geruchs- und Sehrezeptoren bei den Nagetieren. — Zool. Z. 31, 419—421.
- Liggett, J. (1928): An experimental study of the olfactory sensitivity of the white rat. — Genetic psych. Monogr. 3, 1—64.
- Löhner, L. (1924): Über menschliche Individual- und Regionalgerüche. — Pflüg. Arch. 202, 25—45.

- Matthes, E. (1932): Geruchsdressuren an Meerschweinchen. — Z. vergl. Physiol. 16, 766—88.
- (1932): Weitere Geruchsdressuren an Meerschweinchen. — Z. Physiol. 17, 464—490.
- (1932): Leistungsfähigkeit des Geruchssinnes makrosmatischer Säugetiere, Forsch. und Fortschr. 8, 434.
- Mehl, S.: Die Ratte: Wanderratte und Hausratte. — Flugblatt C 4 Biol. Bundesanstalt, Braunschweig.
- Meyer, F. (1953): Beobachtungen an Hausrattenpopulationen. — Mitt. Biol. Zentr. Inst. Berlin-Dahlem, H. 75.
- (1953): Die Hausratte und ihre Bekämpfung. — Der prakt. Desinfektor, H. 2—3.
- Moncrieff, R. W. (1950): Charakterisierung und Messung von Gerüchen. — Umschau 8, 239.
- (1950): Was entscheidet den Geruch einer Substanz? — Umschau 50, 176—177.
- (1951): The chemical senses. — London.
- Müller, A. (1955): Quantitative Untersuchungen am Riechepithel des Hundes. — Z. Zellforsch. 41, 335—350.
- Schädlingsk., 184—188.
- Müller, F. (1953): Anlockversuche mit frei lebenden Ratten. — Anz. f. Schädlingskd.
- (1953): Beobachtungen an gefangenen wilden Ratten Anz. Schädlingsk.
- (1953): Weitere Versuche mit Zusätzen zu Rattenködern. — Anz. Schädlingsk. XXIV, 140—141.
- Neuhaus, W. (1948): Versuche zur Richtungsorientierung bei Mäusen. — Verh. deutsch. Zool., Kiel.
- (1948): Beobachtungen über das Verhalten von Wanderratten gegenüber Umweltfaktoren. — Nachrbl. Biol. Zentralanstalt Braunschweig, 1, 2.
- (1950): Über das Riechvermögen der Ratten. — Schädlingsbek. 42, 5—6.
- (1950): Versuche über die Richtungsorientierung mit normalen und blinden Mäusen. — Z. Tierpsych. 7.
- (1950): Versuche mit α -Naphthylthioharnstoff als Rattengift unter Verwendung von Rattengift „Aubing“. — Z. hyg. Zool. 4.
- (1953): Über die Riechschärfe des Hundes für Fettsäuren. — Z. vergl. Physiol. 35, 527—552.
- (1952): Zur Frage der Duftanlockung der Ratte. — Anz. Schädlingsk. XXV, 87—89.
- (1955): Die Riechschwelle von Duftgemischen beim Hund und ihr Verhältnis zu den Schwellen unvermischter Duftstoffe. — Z. vergl. Physiol. 38, 238—258.
- (1956): Die Unterscheidungsfähigkeit des Hundes für Duftgemische. Z. vergl. Physiol. 39, 25—43.
- (1958): Über das Verhältnis der Riechschärfe zur Zahl der Riechrezeptoren. — Zool. Anz. Suppl. 21 Verh. d. DZ 6 51, 1957.
- (1957): Unterschiede in der Riechschärfe bei Hunden. — Z. vergl. Physiol. 40, 65—72.
- (1957): Ursachen und Grenzen von Kabelbeschädigungen durch Ratten. — Anz. Schädlingsk. 57, 81—83.
- Reiff, M. (1956): Untersuchungen über natürliche und synthetische Geruchstoffe, die bei Ratten und Mäusen eine stimulierende Wirkung auslösen. Acta tropica 13, Nr. 4.

- Differenzierung im ökologischen Verhalten bei Wanderrattenpopulationen. — *Rev. Suisse Zool.* 60, 447.
- und Wiesmann (1951): Untersuchungen über ein neues Rodentizid mit kumulativer Wirkung auf Basis der Cumarinderivate. — *Acta tropica* 8, 97.
- (1925): Antikoagulantien als Rodentizide. — *Chem. Rundsch.* 5, 1.
- Über Territoriumsmarkierungen bei Hausratten und Hausmäusen. — *Verhandl. Schweiz. Merkurst. wiss. Ges. Luzern*, b, 150.
- Riegel, H. (1958): Wahrnehmungsgrenzen für Duftstoffe in der Luft bei Kammolch. — *Zul.-Arb. für die wiss. Prüfung für das Lehramt an Höheren Schulen*, Erlangen.
- Saling, T. (1936): Rattenvertilgung mit Fraßgiften. — *Z. hyg. Zool.* 28, 74.
- Schaffer, I. (1940): *Hautdrüsenorgane der Säugetiere*, Berlin-Wien.
- Schander, R. und Götze, R. (1930): Über Ratten und Rattenbekämpfung. — *Zbl. Bakter.* II, 81, 260—284.
- Schwarz, R. (1955): Über die Riechschärfe der Honigbiene. — *Zbl. vergl. Physiol.* 37, 180—210.
- Steiniger, G. (1957): *Universitas* 12, H. 1.
- (1953): Zur Duftorientierung fliegender Insekten. — *Naturwiss.* 40, 514 bis 515.
- Steiniger, F. (1949): Biologische Beobachtungen an freilebenden Wanderratten auf der Hallig Norderoog. — *Verh. der deutsch. Zool. Kiel* 1948, 152—156.
- (1949): Biologische insbes. tierpsychologische Beobachtungen an Ratten. — *Höfchen-Briefe* III, 1.
- (1949): Im Freien lebende Wanderratten. — *Nachrbl. Biol. Zentralanstalt* 1, 83—84.
- (1950): Beiträge zur Soziologie und sonstigen Biologie der Wanderratten. — *Z. f. Tierpsych.* 7, 357.
- (1950): Rattenüberfälle auf die Hamburger Hallig. — *Natur und Volk* 80, 94—99.
- (1950): Duftmarkierung bei der Wanderratte. — *Z. hyg. Zool.* 38, 357 bis 361.
- (1951): Revier und Aktionsraum bei der Wanderratte. — *Z. hyg. Zool.* 39, 33—50.
- (1951): Jahreszeitliche und sonstige Veränderungen im Tagesrhythmus der Wanderratte. — *Z. hyg. Zool.* 142—146.
- (1952): *Rattenbiologie und Rattenbekämpfung*, Stuttgart.

Anschrift des Verfassers: Dr. W. Steinbrecher
Zoologisches Institut Universität Erlangen.

Die Zeitschrift für angewandte Zoologie bringt Originalabhandlungen, kleine Mitteilungen und Besprechungen aus dem Gesamtgebiet der angewandten Zoologie. Sie erscheint mit vier Heften jährlich.

Die Beiträge müssen Neues enthalten und dürfen nicht an anderer Stelle veröffentlicht sein. Den Originalbeiträgen ist je eine kurze Zusammenfassung in deutscher und in englischer Sprache (zusammen höchstens eine Seite lang) anzufügen.

Die Manuskripte müssen in Maschinenschrift, nur einseitig beschrieben und völlig druckfertig, der Schriftleitung eingeliefert werden. Sperrdruck (Autorennamen u. a.) ist durch einfache, Kursivdruck (wissenschaftliche Artnamen) durch geschlängelte und Halbfettdruck durch doppelte Unterstreichung zu kennzeichnen.

Der Text ist so knapp wie möglich zu halten. Weniger wichtige Teile (Methodik, Protokolle) sind durch einen senkrechten Strich am linken Rande für Kleindruck vorzusehen. Die Beigabe von Tabellen, Kurven und Abbildungen muß auf das unbedingt Notwendige beschränkt werden. Seitenhinde im Text sind tunlichst zu vermeiden.

Die Abbildungen müssen sich zur Wiedergabe durch Zinkographie (Federzeichnung in schwarzer Tusche auf weißer Unterlage) oder durch Autotypie (möglichst scharfe, kontrastreiche Lichtbilder, evtl. auch Bleistift- und Tuschzeichnungen mit Halbtönen) eignen. Bleistiftzeichnungen müssen „fixiert“ sein. Kurven dürfen nicht auf rotem oder grünem, höchstens auf blauem, bei Reproduktion verschwindendem Millimeterpapier gezeichnet sein. Die Abbildungsvorlagen sind vom Text gesondert einzuliefern. Sie sollen auf der Rückseite den Namen des Autors und den Verkleinerungsmaßstab tragen. Die Abbildungsunterschriften sind auf besonderem Blatt als Legenden zusammenzustellen, nicht auf Abbildungsvorlagen einzutragen. Das Literaturverzeichnis soll nur die im Text zitierten Arbeiten enthalten und nach den internationalen Regeln abgefaßt sein.

Die Verfasser werden — auch in ihrem eigenen Interesse — gebeten, die Korrektur der Fahnenabzüge mit äußerster Sorgfalt durchzuführen und keine größeren Änderungen gegenüber dem Manuskript vorzunehmen. Der Verlag ist berechtigt, dem Autor die Korrekturkosten in Rechnung zu stellen, soweit sie 10 % der Satzkosten übersteigen. Beim Korrekturlesen wird empfohlen, die im „Duden“ veröffentlichten, genormten Korrekturzeichen zu verwenden. Die Revision der Umbruchabzüge wird in der Regel von der Schriftleitung vorgenommen.

Die Mitarbeiter erhalten 30 Sonderdrucke unentgeltlich. Weitere Sonderdrucke können gegen Berechnung geliefert werden, wenn sie rechtzeitig (spätestens bei Rücksendung der Fahnenkorrektur) beim Verlag bestellt werden.

Das Autorenhonorar beträgt 30,—DM für den 16seitigen Bogen, jedoch höchstens 90,—DM für eine Arbeit. Der Raum für „Entgegnungen“, Buchbesprechungen, Abbildungen und Tabellen wird nicht honoriert.

Einsendung von Besprechungsexemplaren selbständig erscheinender Werke aus dem Gebiet der angewandten Zoologie ist erwünscht.

Das Verlagsrecht an allen Beiträgen geht mit der Veröffentlichung auf den Verlag über.

Der Verlag
Duncker & Humblot

Die Schriftleitung
Prof. Dr. H. Kemper
Berlin-Dahlem, Archivstraße 15 a

Das Verhalten unserer Schnecken zu der Pflanzen ihrer Umgebung

Von

Ewald Frömming

348 Seiten. Mit 47 Abbildungen. 1962. Leinen DM 72,60

„Die vorliegende Abhandlung beschäftigt sich mit dem Verhalten der mitteleuropäischen Landschnecken zu den Pflanzen ihrer Umgebung, weil es an der Zeit ist, daß wir uns ein Bild über unsere Kenntnis auf diesem Gebiet machen und um auch von dieser Seite aus etwas zur Lösung der angedeuteten Fragen beizusteuern. Die ökologischen Erkenntnisse beschränken sich bisher in der Hauptsache darauf, daß es vornehmlich zwei abiotische Faktoren sind, nämlich der kalkhaltige Boden und die Feuchtigkeit, die für das Gedeihen wie das Auftreten dieser Tiere überhaupt, notwendig sind — eine Ansicht, die von den meisten Malakologen noch heute vertreten wird. Soweit Pflanzen in den Kreis der Betrachtungen gezogen wurden, spielten sie nur die Rolle von Schattenspendern, eigentlich Feuchtigkeits-Bewahrern; als lebenserhaltende Nahrungsquelle kamen sie erst in letzter Linie in Betracht und wurden dementsprechend mehr als stiefmütterlich behandelt. Ganz allgemein herrscht die Ansicht vor, daß die Schnecken von Pilzen und Algen leben, daß sie die grünen Pflanzenteile meiden und überhaupt hinsichtlich ihrer Nahrung nur wenig differenziert sind.

Ich werde in diesem Buche zeigen, daß das Vorhandensein einer Schicht höherer Pflanzen der biotische Faktor ist, welcher das Leben von Schnecken erst ermöglicht, womit die petrographische wie chemische Beschaffenheit des Bodens, die Temperatur usw. auf eine sekundäre oder noch geringere Rolle herabsinken.“

Aus der Einleitung des Verfassers

D U N C K E R & H U M B L O T / B E R L I N

LEBENS LAUF

Am 16. Januar 1927 wurde ich in Gispersleben, Landkreis Erfurt, geboren. Meine Eltern sind die evangelischen Kaufmanns-eheleute Leonhard und Alice Steinbrecher, geb. Büchner. Außer mir leben noch 5 Geschwister.

1929 verzogen wir nach Erlangen. Hier besuchte ich die Volksschule, von der ich aus der 7. Klasse in die Aufbauschule Bamberg übertrat. Im Jahre 1943 wurde ich zum Militär eingezogen. Kurz vor Kriegsende geriet ich in Schlesien in russische Gefangenschaft, konnte aber fliehen und kam bereits Ende Mai 1945 wieder in Erlangen an. In der folgenden Zeit arbeitete ich als landwirtschaftlicher Arbeiter, Holzfäller und Drechsler. Als im März 1946 die Aufbauschule in Bamberg den Unterricht wieder aufnahm, kehrte ich dorthin zurück und legte im Juli 1947 die Reifeprüfung ab.

Im Sommersemester 1948 wurde ich nach bestandener Eignungsprüfung zum Studium der Medizin an der Universität Erlangen zugelassen. 1951 bestand ich das Physikum und begann anschließend Biologie zu studieren.

Seit 1951 bin ich verheiratet und habe 4 Kinder im Alter von 8, 7, 4 und $1\frac{1}{2}$ Jahr. Um den Lebensunterhalt für meine Familie sowie die Kosten des Studiums zu bestreiten, arbeitete ich zusammen mit meiner Frau, die festangestellt ist, neben dem Studium 2 Jahre als Kellner, 2 Jahre als Nacht-Telefonist und 3 Jahre als Wachmann. Seit 1957 bin ich als wissenschaftliche Hilfskraft bei Herrn Prof. Neuhaus am Zoologischen Institut beschäftigt. Diese Tätigkeit übe ich noch aus.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren Bauer, Berninger, Blüthgen, Ernst, v. Freyberg, Fießelmann, Groß, Hasselwander, Heim, Hilsch, Jamin, Knorr, Leibbrand, May, Meuwesen, Neuhaus, Pummerer, Ranke, Rubland, Schwemmle, Scheiffarth, Stammer und Wunder.

Meinen verehrten Lehrer, Herrn Prof. W. Neuhaus, danke ich für die Überlassung des Themas und die Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

